Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

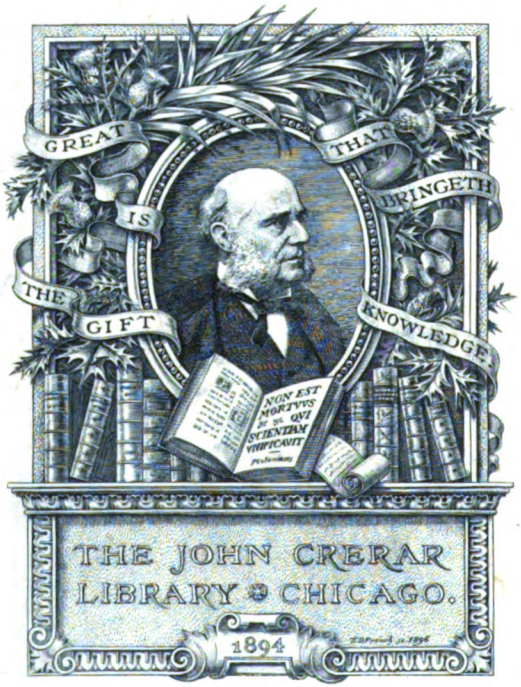
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Digitized by Google

Digitized by Google


GREAT IS THAT BRINGETH
THE GIFT KNOWLEDGE
NON EST MORTVVS QVI SCIENTIAM VIVIFICAVIT
THE JOHN CRERAR LIBRARY ❦ CHICAGO.
1894

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

MITTEILUNGEN DES INTERNATIONALEN VERBANDES FÜR DIE MATERIAL-PRÜFUNGEN DER TECHNIK

BAND I

MAI 1908—FEBRUAR 1910

DER V. KONGRESS

HERAUSGEGEBEN VOM INTERNATIONALEN VERBANDE FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK. GENERALSEKRETARIAT: WIEN, II., NORDBAHNSTRASSE 50.
KOMMISSIONSVERLAG: J. SPRINGER, BERLIN N 24, MONBIJOUPLATZ 3.

Digitized by Google

THE
JOHN CREAR
LIBRARY

Digitized by Google

INHALTSVERZEICHNIS.

Die fetten arabischen Ziffern bezeichnen die Heft-Nummer, die römischen Ziffern mit Index bezeichnen die einzelnen Kongreßberichte.

A. GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

	Nr. der Mitteilung.
Rundschreiben an die Mitglieder betreffs der Herausgabe der „Mitteilungen“	1
Protokolle der XVII., XVIII., XIX. Vorstandssitzung	1, 4, 13
Verzeichnis der Hauptfragen, technischen Aufgaben, Kommissionen und Referenten	2
Literaturschau	3
Mitgliederliste 1909	8
Verschiedene geschäftliche Mitteilungen	2, 3, 4
Bennett H. Brough (†)	3
Präsident Ch. B. Dudley (†)	14, 15

B. DER V. KONGRESS.

I. Teil. Kongreßberichte.

Metallographie.

I_1	**Über die Fortschritte der Metallographie seit dem Brüsseler Kongreß bis Beginn des Jahres 1909.** Offizieller Bericht von Prof. **E. Heyn,** Groß-Lichterfelde	5
I_2	**Über Spezialstähle.** Von Prof. **L. Guillet,** Paris	5
I_3	**Wärmebehandlung von Federstahl.** Von **Lawford H. Fry,** Paris	5
I_4	**„Schlacken-Einschlüsse“ in Stahl (Flußeisen).** Von **Walter Rosenhain,** Teddington	10
I_5	**Über die Homogenität des Metalles.** Von **G. Tagueff,** St. Petersburg	15

Härteprüfung.

II_1	**Härteprüfung.** Offizieller Bericht von Dr. techn. **P. Ludwik,** Wien	6
II_2	**Vorrichtung zur vereinfachten Prüfung der Kugeldruckhärte und die damit erzielten Ergebnisse.** Von Prof. Dr. Ing. **A. Martens** und Prof. **E. Heyn,** Groß-Lichterfelde	6
II_3	**Die Anwendung der Kegeldruckprobe zur Härtebestimmung von Eisenoberbaumateriale.** Von Dr. techn. **August Geßner,** Wien	6
II_4	**Untersuchungen über die Brinellsche Methode der Härtebestimmung.** Von **Harold Moore,** Woolwich-Arsenal, England	9

Schlagproben.

III_1	**Offizieller Bericht über die Erprobung von Metallen durch Schlag.** Von **G. Charpy,** Montluçon	7
III_2	**Über Schlagbiegeproben an eingekerbten Stäben.** Von Prof. **F. Schüle,** unter Mitwirkung von **Ed. Brunner,** Zürich	6
III_3	**Die Definition der spezifischen Schlagarbeit bei Schlagversuchen.** Von **Louis Révillon,** Paris	7
III_4	**Schlagversuche bei verschiedener Temperatur.** Von Prof. **Léon Guillet** und **Louis Révillon,** Paris	7
III_5	**Schlag-Zerreißproben.** Von **Pierre Breuil,** Paris	10
III_6	**Anwendung der neuen Prüfungsverfahren auf Kupferlegierungen.** Von Prof. **Léon Guillet** und **Louis Révillon,** Paris	7
III_7	**Vergleichende statische und dynamische Kerbbiegeproben.** Von Dr. techn. **A. Leon** und Dr. techn. **P. Ludwik,** Wien	10
III_8	**Bericht über in der Längsrichtung normaler zylindrischer Stäbe durchgeführte Schlagproben.** Von **P. Welikhow,** Moskau	10

Dauerversuche.

IV_1	**Die Widerstandsfähigkeit von Stahl gegen wiederholte wechselnde Belastungen.** Offizieller Bericht von **James E. Howard,** Watertown, Mass.	5
IV_2	**Qualitäts- und Dauerversuche mit Kupferdrähten.** Von Prof. **F. Schüle** und **E. Brunner,** Zürich	7

G 31.06
2
14556
282364
Digitized by Google

Gußeisenprüfung.

V1 Bericht zu den Versuchstabellen über Festigkeits-Eigenschaften von Gußeisen bei verschiedenen Querschnitten von separat gegossenen und aus Gußstücken herausgearbeiteten Probestäben. Von **Gebrüder Sulzer**, Winterthur 6

V2 Über die Vereinheitlichung des Prüfungsverfahrens von Gußeisen. Offizieller Bericht, vorgelegt vom Präsidenten der Kommission 25, Dr. **R. Moldenke**, New-York 13

Einfluß erhöhter Temperaturen auf die mechanischen Eigenschaften der Metalle.

VI1 Einfluß erhöhter Temperaturen auf die mechanischen Eigenschaften der Metalle. Offizieller Bericht von Prof. **M. Rudeloff**, Gr.-Lichterfelde . . . 12

Elektrizität und Magnetismus bei der mechanischen Prüfung.

VII1 Über die Miteinbeziehung der magnetischen und elektrischen Eigenschaften der Materialien bei ihrer mechanischen Prüfung. Bericht von **Alfred Grünhut** und Dr. techn. **Josef Wahn**, Wien 6

VII2 Der Ferromagnetismus und das Studium der Metalle und Legierungen. Von Prof. Dr. **Pierre Weiß**, Zürich 6

VII3 Methode zur Bestimmung elastischer und kritischer Materialspannungen mit Hilfe thermisch-elektrischer Messungen. Von **E. Rasch**, Groß-Lichterfelde 11

Kommissionsberichte.

VIII1 Aufstellung von internationalen Lieferbedingungen für Eisen und Stahl. Unterausschußbericht. Vom Obmann der Kommission I. Dr. Ing. **A. v. Rieppel**, Nürnberg 9,12,13

VIII2 Über die einheitliche Nomenklatur von Eisen und Stahl. Bericht der Kommission 24, vorgelegt von Prof. **H. M. Howe**, Präsident, New-York, und Prof. **Albert Sauveur**, Schriftführer, Cambridge, Mass. 10

VIII3 Grundlagen für Lieferungsbedingnisse für Kupfer. Bericht der Kommission 38, vorgelegt vom Präsidenten Prof. **Leon Guillet**, Paris 9

Diverse Einzelberichte.

VIII4 Über einen neuen Spiegelapparat zu Elastizitätsmessungen. Von Prof. **Bernhard Kirsch**, Wien 7

VIII6 Vereinheitlichung der Prüfungsverfahren für Dampf-, Gas- und Wasserröhren. Von **A. C. Karsten**, Kopenhagen 12

VIII7 Die Funken als Erkennungszeichen der Stahlsorten. Von **Max Bermann**, Budapest 7

Innere Kräfte.

VIII8 Über Grundlagen der technologischen Mechanik. Von Dr. techn. **Paul Ludwik**, Wien 7

VIII9 Innere Reibung der beanspruchten Materialien. Von Prof. **G. H. Gulliver**, B. Sc., Edinburg 7

VIII10 Über die Spannungsstörungen beim Verbund verschiedener Materialien. Von Dr. techn. **A. Leon**, Wien 9

VIII11 Der Zusammenhang zwischen den durch Zug und Druck verursachten bleibenden Formänderungen. Von Dr. Ing. **Wilhelm Misángyi**, Budapest 10

VIII12 Zähigkeit und Bildsamkeit. Von Dr. Ing. **Wilhelm Misángyi**, Budapest 10

Eisenbeton.

IX1 Bericht der Eisenbetonkommission. Vorgelegt vom Präsidenten der Kommission 41, Prof. **F. Schüle**, Zürich; mit folgenden Beilagen 10

a) **Wissenschaftliche Versuche und Versuche zur Kontrolle der Bauausführung auf dem Gebiete des Eisenbetonbaues in Deutschland.** Mitgeteilt vom Deutschen Ausschuß für Eisenbeton, Berlin 10

b) **Expériences et essais de contrôle sur le béton armé en Italie.** Rapport de M. le prof. **J. Benetti**, Bologne 10

c) **Eisenbetonversuche in Dänemark.** Mitgeteilt von Prof. **E. Suenson**, Kopenhagen 10

Digitized by Google

d) **Versuche mit Eisenbeton-Konstruktionen in Holland.** Mitgeteilt von **S. J. Rutgers,** Rotterdam 10
e) **Recherches expérimentales sur le béton armé en Suisse.** Rapport de M. le prof. **F. Schüle,** Zurich 10
IX$_2$ **Eisenbeton-Konstruktionen. Größe der Formänderungen unter der Gebrauchslast.** Anhang zum Kommissionsbericht von **Charles Rabut,** Paris
IX$_3$ **Unfälle im Eisenbetonbau.** Anhang zum Kommissionsbericht von Dr. techn. **Fr. v. Emperger,** Wien 10
IX$_4$ **Einfluß wiederholter Beanspruchung auf die Haftfestigkeit von Beton an Eisen mit reiner und verrosteter Oberfläche.** Von Prof. **Bernhard Kirsch,** Wien 9
IX$_5$ **Die Bedeutung dünner Querversteifungen im Eisenbeton. System des freien Verbandes.** Von **W. Nekrassow,** St. Petersburg 11

Fortschritte in den Methoden der Zementprüfung.

X$_1$ **Fortschritte in den Prüfungsverfahren hydraulischer Bindemittel.** Offizieller Bericht von **R. Feret,** Boulogne-sur-mer 6
X$_2$ **Einheitliche Prüfung hydraulischer Bindemittel mittelst Prismen. Normalsand.** Kommissionsbericht von Prof. **F. Schüle,** Zürich 5
X$_3$ **Über beschleunigte Volumenbeständigkeitsproben der Zemente.** Vom Obmann der Kommission 32 **Bertram Blount,** London 9
X$_4$ **Beschleunigte Prüfung hydraulischer Bindemittel auf ihre Bindekraft.** Kommissionsbericht vorgelegt von Dr techn. **Fr. Berger,** Wien, mit Anhängen X$_5$, X$_6$. 9
X$_5$ **Die Warmwasser-Schnellproben des Zementes.** Anhang zu X$_4$ von **L. Deval,** Paris 9
X$_6$ **Beschleunigte Prüfung hydraulischer Bindemittel auf ihre Bindekraft.** Anhang zu X$_4$ vorgelegt von **Alfred Greil,** Wien 9
X$_7$ **Aufsuchung eines möglichst einfachen Verfahrens zur Bestimmung des feinsten Mehles im Portland-Zement auf dem Wege der Schlämmung oder Windsichtung.** Kommissionsbericht zu Aufgabe 30 von Prof. **M. Gary,** Groß-Lichterfelde, mit 7
X$_8$ **Anhang zu diesem Bericht** von **P. Mayntz Petersen,** Kopenhagen 7
X$_9$ **Grundlagen für einheitliche Gipsprüfung.** Bericht über die Aufgabe 40. Von **R. Feret** und Prof. **M. Gary** 11
X$_{10}$ **Prüfung der Puzzolane auf ihren mörtel-technischen Wert.** Kommissionsbericht 11. Von **G. Herfeldt,** Andernach a. Rh. 11
X$_{11}$ **Über das beste Verfahren zur Bestimmung der Abbindezeit.** Von **H. Laborbe,** Paris 12
X$_{12}$ **Die Entwicklung der Erhärtung der Roman- und Portlandzemente im Brei, im Mörtel und im Beton.** Im Auftrage des ungarischen Verbandes für Materialprüfung von Prof. Dr. **Constantin Zielinski,** Budapest . . . 12
X$_{13}$ **Antrag des Herrn Mayntz Petersen in Kopenhagen auf Abänderung der vom Brüsseler Kongreß empfohlenen Prüfungsverfahren** 12

Zement im Meerwasser.

XI$_1$ **Über die Zersetzung von Mörtel durch schwefelsäurehältige Wässer.** Von **J. Bied,** Le Teil, Viviers, Ardèche 7
XI$_2$ **Über das Verhalten von Zementblöcken in einigen russischen Häfen des Schwarzen und Kaspischen Meeres.** Von **W. Czarnomski,** St. Petersburg 11
XI$_3$ **Versuche mit Eisenbeton in Meerwasser.** Von Prof. **M. Möller,** Braunschweig 11
XI$_4$ **Zement in Meerwasser.** Von **A. Poulsen,** Lemvig 13

Wetterbeständigkeit der Bausteine.

XII$_1$ **Über Wetterbeständigkeit von Steinen.** Kommissionsbericht von Prof. **A. Hanisch,** Wien, mit folgenden Anhängen 11
XII$_2$ **Schemata zur Prüfung natürlicher Bausteine auf ihre Wetterbeständigkeit.** Von Prof. Dr. **J. Hirschwald,** Charlottenburg 11
XII$_3$ **Zur Theorie der Frostwirkung auf natürliche Steine** Von Prof. Dr. **H. Seipp,** Kattowitz 11
XII$_4$ **Über Frostbeständigkeit.** Von **E. Leduc,** Paris 11

Diverse Einzelberichte.

XIII$_1$ **Über das Anbinden der Mörtel nach verschiedenen Arbeitspausen.** Von Prof. **B. Kirsch,** Wien 6

Digitized by Google

XIII 2 **Einiges über Trass, Trass-Zement und Zement-Kalkmörtel.** Von Dr techn. **Heinrich Renezeder,** Wien 11
XIII 3 **Beitrag zu den Untersuchungsmethoden der elastischen Längsänderungen des Betons.** Von Dr. Ing. **B. v. Bresztovszky,** Budapest 11
XIII 4 **Über Einfluß fehlerhafter Mörtelmischung.** Von Prof. **J. A. v. d. Kloes,** Delft 12
XIII 5 **Über die neuen deutschen Normen für Zementprüfung.** Von **M. Gary** 12

Öle.

XIV 1 **Offizieller Bericht über vereinheitlichte Ölprüfung.** Von Dr. **M. Albrecht,** Hamburg 11

Kautschuk.

XV **Zu den Prüfungsverfahren des Kautschuks.** Von **E. Camerman,** Bruxelles 12
XV 1 **Mechanische Prüfung des Kautschuks und der Gewebe.** Von **P. Breuil,** Paris 11
XV 2 **Beitrag zur mechanischen Prüfung von Weichgummi.** Von **K. Memmler** und **A. Schob,** Gr.-Lichterfelde 11

Holz.

XVI 1 **Über den gegenwärtigen Stand der Holzuntersuchungen in der Forstabteilung des Ackerbauministeriums der Vereinigten Staaten.** Von **William Kendrick Hatt,** Lafayette, Ind. 6

Rostschutzmittel.

XVII 1 **Über den Angriff des Eisens durch Wasser und wässerige Lösungen.** Von Prof. **E. Heyn** und Dr. **O. Bauer,** Gr.-Lichterfelde 9
XVII 2 **Über schützende Anstriche für Eisen und Stahl. Übersicht der Arbeiten des Amerikanischen Verbandes für Materialprüfung.** Vorgelegt von **S. S. Voorhees,** Washington D. C. 10
XVII 3 **Studie über Rostschutzmittel für Metallkonstruktionen.** Von **Em. Camerman,** Brüssel 10
XVII 4 **Ein Wort für die internationale Erforschung von Anstrichmassen für Eisen und Stahl.** Von **J. Cruickshank Smith,** London 9

Papier.

XVIII 1 **Wiederholte Inanspruchnahme der Papiere.** Von Prof **A. Rejtő,** Budapest 12

Allgemeines.

XIX 1 **Über die internationale gesetzliche Regelung des technischen Versuchswesens.** Von Dr. **W. Exner,** Wien 12
XIX 2 **Über das Versuchswesen auf dem Gebiete des Automobilismus.** Von Dr. **W. Exner,** Wien 12
XX **Geschäftsbericht für die Periode vom IV. zum V. Kongreß** 12

II. Teil. Die Kongreßverhandlungen.

Die eingehende Inhaltsangabe des II. Teiles siehe in Nr. 15

Digitized by Google

5 C

MITTEILUNGEN
DES INTERNATIONALEN VERBANDES FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

Erscheinen in zwanglosen Heften, in deutscher, französischer und englischer Ausgabe. Für Mitglieder des Verbandes unentgeltlich.

WIEN, Mai 1908. Nr. 1.

Preis dieser Nummer für Nichtmitglieder M 0·50. Kommissionsverlag für die deutsche Ausgabe: J. Springer, Berlin N. 24, Monbijouplatz 3.

Inhalt: Rundschreiben betreffend die Herausgabe der Mitteilungen. — Protokoll der XVII. Vorstandssitzung, abgehalten in München, den 11. April 1908.

An die Herren Mitglieder des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik!

Dem oft gefühlten Bedürfnis Rechnung tragend, auch in der Zeit zwischen den Kongressen eine engere Fühlung mit den Mitgliedern aufrecht zu erhalten, hat der Vorstand in seiner jüngsten Sitzung zu München beschlossen, von jetzt an eine periodische Druckschrift herauszugeben. Diese soll in zwanglosen Heften aber in geschlossener Folge mehreremale im Jahre erscheinen und nicht bloß die geschäftlichen Mitteilungen des Vorstandes, die Kongreßberichte und Kongreßverhandlungen, sondern auch Hinweise auf die Arbeiten der einzelnen nationalen Verbände, der Prüfungsanstalten und Laboratorien der verschiedenen Länder, sowie Hinweise auf sonstige besonders beachtenswerte Veröffentlichungen auf dem Gebiete des Materialwesens enthalten. Dadurch hofft der Vorstand den Mitgliedern eine — wenn auch bescheidene — so

Digitized by Google

doch wertvolle Ergänzung zu der in zahlreichen Fachzeitschriften bereits gebotenen Rundschau über die einschlägigen Veröffentlichungen zu bringen.

Die „Mitteilungen“ werden in drei selbständigen Ausgaben, einer deutschen, französischen und englischen, erscheinen und den Mitgliedern, je nach ihren sprachlichen Bedürfnissen und unentgeltlich zukommen.

Der Vorstand gibt sich der Hoffnung hin, daß diese Neuerung dazu beitragen wird, nicht nur das Interesse seiner Mitglieder für den Internationalen Verband zu kräftigen, sondern ihm auch neue Kreise von Anhängern zu erschließen.

Im Namen des Vorstandes

Der General-Sekretär: Ernst Reitler.

Der Präsident: Alex. Foss.

Digitized by Google

Verhandlungsprotokoll der XVII. Vorstandssitzung,

abgehalten in München, Hotel Continental, 11. April 1908.

Beginn der Sitzung 10 Uhr vormittags. Es sind erschienen:
Die Vizepräsidenten
H. Geh.-Rat Prof. Dr. Ing. A. Martens aus Gr.-Lichterfelde
und H. Geh.-Rat Prof. Dr. Ing. N. Belelubsky aus St. Petersburg,
das bleibende Vorstandsmitglied H. Oberbaurat Dr. F. Berger
aus Wien, ferner
die Delegierten: H. Prof. J. Benetti aus Bologna,
H. Ing. L. Bienfait aus Amsterdam,
H. B. H. Brough aus London,
H. Generaldirektor A. Greiner aus Seraing,
H. Prof. H. I. Hannover aus Kopenhagen,
H. Prof. B. Kirsch aus Wien,
H. Prof. A. Mesnager aus Paris,
H. Prof. F. Schüle aus Zürich.
In Begleitung des H. A. Greiner: H. Ing. H. de Górski,
der General-Sekretär H. E. Reitler.

H. Dr. Ing. **Martens** eröffnet die Sitzung und teilt auf Grund eines erhaltenen Telegrammes mit, daß der Präsident, H. A. Foss, aus sehr schwerwiegenden privaten Gründen leider verhindert sei, an der Versammlung teilzunehmen. Über seinen Antrag wird H. Dr. Berger gebeten, den Vorsitz zu übernehmen.

H. **Dr. Berger** begrüßt die Anwesenden und dankt ihnen für ihr zahlreiches Erscheinen. Er teilt mit, daß folgende Herren ihre Abwesenheit brieflich entschuldigt haben: H. Ministerialrat

620.6
50

Digitized by Google

C. von Banovits aus Budapest, H. Castanheira das Neves aus Lissabon, H. Ch. Dudley aus Altoona, H. Direktor A. Granfelt aus Helsingfors, H. Chef-Ing. S. A. Lund aus Christiania, H. General Marva y Mayer aus Madrid, H. Generalinspektor M. C. Mironesco aus Bukarest, H. Vize-Direktor A. Milasinovic aus Belgrad.

Der **Vorsitzende** macht die betrübende Mitteilung von dem Hinscheiden des H. E. Roussel, des hochverdienten und verehrten Direktors der Prüfungsanstalt am Arsenal in Malines, welcher in hingebungsvoller Weise auf dem letzten Kongresse die Leitung der Sektion C innehatte; ferner von dem Hinscheiden des H. Prof. R. Gießler, dem es durch zwölf Jahre, wenn auch mit großen Opfern, gelungen war, dem Materialprüfungswesen einen literarischen Zentralpunkt zu erhalten. Beileidstelegramme an die beiden Familien und an die Redaktion der Baumaterialienkunde sind im Namen des Vorstandes abgesandt worden.

Der Vorsitzende teilt ferner mit, daß der Vizepräsident H. Geh.-Rat Prof. N. Belelubsky das 25jährige Dienstjubiläum gefeiert habe und zum Ehrendoktor der techn. Hochschule in Charlottenburg ernannt wurde, wozu ihm der Vorstand seine Glückwünsche ausspricht.

Es gelangen zwei Zuschriften zur Verlesung, aus denen hervorgeht, daß die österreichischen Fachmänner der Materialprüfung sich unter der Leitung des H. Prof. Kirsch, die italienischen Fachmänner unter der Leitung des H. Prof. Benetti zu nationalen Verbänden konstituiert haben, welche bereits eine rege Tätigkeit entwickeln, wozu sie der Vorsitzende aufs wärmste beglückwünscht.

1. Genehmigung des Protokolles der XVI. Vorstandssitzung.

Das gedruckt erschienene Protokoll wird genehmigt.

2. Bericht über die Tätigkeit des Zentralbureaus.

Die von der XVI. Vorstandssitzung gefaßten Beschlüsse wurden vollinhaltlich ausgeführt, worauf bei den einzelnen Punkten der Tagesordnung zurückgekommen werden soll. Die Broschüre über die vom Kongresse empfohlenen Prüfungsverfahren wurde bei drei Verlegern in Kommission gegeben, u. zw. die deutsche Aus-

Digitized by Google

gabe bei F. Deuticke in Leipzig und Wien, die französische bei Pinat & Dunod in Paris, die englische bei E. & F. N. Spon Ltd. n London und Spon & Chamberlain in New-York. Dieser Broschüre wurde ein Inseratenteil beigefügt, der ein ziemliches Erträgnis abwarf.

3. Veränderungen im Stande der Mitglieder.

Der Generalsekretär verliest die folgende Tabelle über den Stand der zahlenden Mitglieder Ende 1907:

Argentinien	1	*Fürtrag*	884
Australien	11	Ungarn	72
Belgien	82	Luxemburg	3
Brasilien	2	Norwegen	44
Chile	1	Österreich	177
Dänemark	66	Portugal	14
Deutschland	350	Rumänien	21
England	76	Rußland	200
Finnland	28	Schweden	52
Frankreich	170	Schweiz	72
Holland	41	Spanien	27
Italien	55	Serbien	3
Japan	1	Vereinigte Staaten	257
Übertrag	884	*Zusammen*	1826

Wie ersichtlich, hat der Verband in England, Belgien und Dänemark eine sehr erfreuliche Zunahme an Mitgliedern aufzuweisen. Da ein Nachtrag zum Mitglieder-Verzeichnisse, wie er in der XVI. Vorstands-Sitzung beschlossen wurde, einen zu großen Umfang erreicht hätte, erschien es angezeigt, seine Herausgabe zu unterlassen, dagegen jene eines neuen Mitglieder-Verzeichnisses im Kongreßjahre anzuregen.

Der technische Verein in Kopenhagen „Den tekniske Forening“ ist dem Verbande als subventionierendes Mitglied mit 25 K jährlich beigetreten, der amerikanische Verband hat eine Subvention von 100 Frcs. gesandt.

Es gelangt ein Brief von H. Prof. E. Marburg, Sekretär des amerikanischen Verbandes, zur Verlesung, laut welchem das Exekutivkomitee des genannten Verbandes lebhaft bedauert,

Digitized by Google

daß seine rege Tätigkeit, das Interesse seiner Mitglieder für den Internationalen Verband zu wecken, nicht eine größere Mitgliederzahl zur Folge gehabt hat. Das Exekutivkomitee beglückwünscht die Verbandsleitung zu dem Erfolge des letzten Kongresses, insbesondere bezüglich der Veröffentlichungen.

Über Antrag des H. **Greiner** wird beschlossen, H. Bian, Directeur des Forges d'Eich in Dummeldingen, zu bitten, die Stelle eines Vertrauensmannes für Luxemburg gütigst übernehmen zu wollen.

4. Kassabericht und Präliminare.

Der **Generalsekretär** legt folgenden definitiven Rechnungsabschluß vor. (Siehe Tabellen auf Seite 7 und 8.)

Gegenüber dem Voranschlage ergeben sich folgende Abweichungen:

Die Einnahmen erhöhten sich infolge des nicht präliminierten Inseratenteiles der „Methoden" und infolge Verkaufes von nicht offiziellen Schriften um . 1761·55 Frcs.

Dagegen erscheinen die Ausgaben für Druck, Spedition und Übersetzung von Kongreßschriften gegenüber dem präliminierten Betrage höher um . . 568·06 Frcs.

Die wirklichen Ausgaben für Druckkosten der allgemeinen Verwaltung erscheinen namentlich wegen des unterbliebenen Druckes der Aufgabenliste und des Nachtrages zum Mitgliederverzeichnisse geringer als veranschlagt um . . . . . 942·06 Frcs.

Ferner wurden Ersparungen gemacht beim Porto und bei Anschaffung einer Schreibmaschine im Betrage von . . . . . 742·97 Frcs.

Das Jahr 1907 schließt daher mit einem Aktivsaldo von 1621·27 Frcs., dem eine noch unbeglichene Forderung des Buchdruckers von 1600 Frcs. gegenübersteht.

Der Bericht wird vorläufig zur Kenntnis genommen und H. Prof. Schüle und H. Bienfait gebeten, die Revision der Bücher vorzunehmen und nachmittags über das Ergebnis zu berichten.

Digitized by Google

Einnahmen und Ausgaben der Zentral-Kassa.

Einnahmen	Betrag einzeln Frcs.	Betrag zusammen Frcs.	Voranschlag Frcs.
Nachtrag pro 1906:			
Saldo-Vortrag		1696·27	1696·27
Überweisung der H. Vorstandsmitgl.	581·79		540·—
Zinsen	53·70		
Verkauf von Kongreßschriften	75·—	710·49	
		2406·76	
Pro 1907:			
Überweisung der Mitgliedsbeiträge und Subventionen durch die Herren Vorstandsmitglieder	13627·84		13700·—
Direkte Einnahmen an Mitgliedsbeiträgen und Subventionen:			
Brasilien 31·—			
Italien 7·50			
Japan 7·56			
Luxemburg 15·12			
Schweden 137·79			
Ver. Staaten v. Nordam. 7·56	206·53		
Zinsen	46·37		120·—
Erlös aus verkauften Kongreßschriften	555·25		—
Erlös aus der Inseratenbeilage der Broschüre „Prüfungsverfahren" etc.	1206·30		—
Subvention des Brüsseler Organisations-Komitees	3500·—		3500·—
Verschiedenes	13·12	19155·41	
		21562·17	

Ausgaben	Betrag einzeln Frcs.	Betrag zusammen Frcs.	Voranschlag Frcs.
Nachtrag pro 1906:			
Besoldungen	155·40		155·40
Porto	39·34		84·—
Druckkosten für Bureauzwecke	674·72		735·—
Kongreßauslagen: Übersetzungen	105·—		—
Remuneration	1200·—		1200·—
Verschiedenes	31·33	2205·79	53·70
Pro 1907:			
Besoldungen und Bureauartikel	7491·18		7560·—
Druckkosten für allgem. Verwaltung (Sitzungsprotokolle, Statuten, Mitgliedskarten, Zirkuläre)	1252·44		1459·50
Aufgabenliste und Nachtrag zum Mitgliederverzeichnis	—		735·—
Portoauslagen	228·28		630·—
Bureaueinrichtung (Schreibmaschine)	498·75		840·
Verschiedenes (Kursdifferenzen, Vermögensverwaltung, Diäten)	270·60		210·—
Kommissionen	—		210·—
Kongreßauslagen: Druck- und Speditionskosten des Kongreßprotokolles samt Anhängen	6231·64*)		7765·80
Übersetzungskosten	1762·22	17735·11	1260·—
Saldo-Vortrag		1621·27	
		21562.17	

*) Hiezu die noch nicht beglichene Rechnung über Druckkosten für Kongreß-Druckschriften der Firma Gerin im Betrage von Frcs. 1600·—

Digitized by Google

Einnahmen und Ausgaben der Herren Vorstandsmitglieder und Vertrauensmänner.

Land	Saldo des Vorjahres	Einnahmen aus Mitglieder-Beiträgen und Subventionen	Summe	An die Zentral-Kassa abgeführt	Ausgaben	Kassabestand Ende 1907
Nachträge pro 1906						
	Francs					
Italien	15·—	367·50	382·50	240·—	140·40	2·10
Schweden	21·25	390·—	411·25	341·79	69·46	—
Rußland	—	1.568·30	1.568·30	1.289·40	278·90	—
Ungarn	—	567·—	567·—	497·70	80·69	— 11·39
Verrechnung pro 1907						
	Francs					
Australien	—	45·28	45·28	45·28	—	—
Belgien	—	615·—	615·—	581.50	33·50	—
Dänemark	— 40·78	495·53	454·75	375·86	35·46	43·43
Deutschland	553·63	4.234·12	4.787·75	3.625·—	655·13	507·62
England	—	795·—	795·—	745·—	50·—	—
Finnland	—	210·—	210·—	210·—	13·70	— 13·70
Frankreich	88.55†)	1.267·50	1.356·05	1.177·30	178·75	—
Holland	11·95	309·96	321·91	195·93	54·16	71·82
Italien	2·10	442·50	444·60	352·50	55·—	37·10
Norwegen	89·39	331·66	421·05	277·77	57·50	85·78
Österreich	24·13	2.451·68	2.475·81	1.785·—	426·40	264·41
Portugal	2·70	105·—	107·70	97·50	9·85	0·35
Rumänien*)	— 5.—	—	— 5.—	—	—	— 5·—
Rußland*)	—	735·—	735·—	735·—	—	—
Schweden	—	390·—	390·—	390·—	—	—
Schweiz	3.40	671·20	674·60	525·—	112·17	37·43
Serbien	—	22·50	22·50	20·25	2·25	—
Spanien	—	187·50	187·50	187·50	—	—
Ungarn	— 11·39	596·82	585·43	537·60	33·79	14·04
Verein. Staaten von Nordamerika	—	2.109·62	2.109·62	1.763·85	345·77	—
Total	718·68	16.015·87	16.734.55	13.627·84	2.063·43	1043·28

*) Die Abrechnung pro 1907 liegt noch nicht vor.
†) Richtiggestelltes Saldo von 1906.

Digitized by Google

5. Zur Frage der Behandlung der technischen Aufgaben.

a) Bericht über die Konstituierung der in der XVI. Vorstandssitzung eingesetzten Kommissionen:

Die in der XVI. Vorstandssitzung ernannten Kommissionen haben sich dank der Opferwilligkeit der in dieselben berufenen Herren in folgender Weise konstituiert.

In der Kommission 38 (Grundlagen für die Lieferungsbedingungen von Kupfer) wirken die Herren:

Obmann: M. Léon Guillet, Ingénieur en Chef de Services chimiques de la Maison de Dion-Bouton, Prof. am Conservatoire des Arts et M.; 17 Avenue Carnot, Paris XVII^e.

Mitglieder: H. C. Heckmann, Duisburg-Hochfeld.

H. G. Selve, Geh. Kommerzienrat, Altena i. W.

Mr. Dr. R. T. Glazebrook, Director of the National Physical Laboratory, Teddington.

Mr. F. Tomlimson, The Broughton Copper Comp. Ltd. N, Manchester.

M. G. Guillemin, Ingénieur Conseil, Paris, V^e, Rue du Sommerard.

M. Breuil, Chef de la section des essais de métaux au Laboratoire des Arts et Métiers, Paris, 292 Rue St Martin.

M. Olgouine, Ingénieur au Laboratoire méc. à l'école Imp. des ingénieurs des voies de communication, Moscou.

H. E. Wehrenpfennig, Zentralinspektor der österr. Nordwestbahn, Wien.

H. Zugmayer jun., Kupferfabrikant, Waldegg (Niederösterreich).

H. J. Gerwer, Oberingenieur des Schweizer elektrotechnischen Vereines, Zürich.

Mr. G. E. Skinner, Electrical Engineer, Westinghouse Electric Manufacturing Comp., East Pittsbourgh, Pa. (U. S. A.)

Mr. H. E. Diller, of the Hawthorne Engineering Laboratory, Western Elect. Comp., Chicago (U. S. A.).

Die Kommission 39 (Grundlagen der Lieferungsbedingnisse für Öle für technische Zwecke) besteht aus den Herren: Präsident: H. Dr. Max Albrecht, Hamburg.

Digitized by Google

Vize-Präsident: M. E. Camerman, Ingénieur en Chef au Laboratoire de l'Arsenal de l'Etat, Malines.

Mitglieder: H. A. Jakobsen, Ingenieur, Chemiker der kgl. Dänischen Staatseisenbahnen, Kopenhagen B.

H. Dr. Holde, Professor, Gr.-Lichterfelde.

H. Havald Buch, Ingenieur der Norweg. Staatseisenbahnen, Christiania.

Mr. Dr. R. T. Glazebrook, Director of the National Physical Laboratory, Teddington.

M. Breuil, Chef de Section des essais de métaux au Laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers, Paris, 292 Rue St. Martin.

H. H. Baucke, Ingenieur, Amsterdam, Da Costakade 104.

M. H. Cattaneo, Aide du Directeur de l'Institut expérimental des chem. de fer de l'Etat, Rome.

H. Josef Großmann, Oberinspektor der österr. Nordwestbahn, Wien.

H. R. Kind, Mitchef der Firma Kind & Herglotz, Aussig a. E.

H. Gebrüder Sulzer, Maschinenfabrik, Winterthur.

Mr. A. H. Gill, Professor of the Massachusetts Institute of Technology, Boston.

Mr. H. A. Julius, Engineer for Designs and Tests, Gov. Railways 1 West-Australia Railway Dep. 1 Midland Junction, Western Australia.

Die Berichterstattung über die Aufgabe 40 (Einheitliche Lieferungsbedingungen für Gips) haben die Herren Prof. Gary und R. Feret übernommen.

Zur Mitarbeiterschaft bei der unter dem Präsidium des General-Inspektors Considère konstituierten Kommission 41 (Eisenbeton) haben alle in der XVI. Vorstandssitzung namhaft gemachten Herren mit Ausnahme der Budapester Professoren HH. Nagy und Pecz der Einladung Folge geleistet. An Stelle des H. Prof. Nagy ist H. Prof. A. Czakó der Kommission beigetreten. Rußland hat außer den beiden bereits in der XVI. Vorstandssitzung genannten Herren noch die Herren Prof. Jitkewitsch, Ing. Boguslawsky und Ing. Abramoff in die Kommission 41 entsendet.

In die Kommission 42 (Versuche mit Prismen und Normalsand, Obmann H. Prof. Schüle) haben von den bei der XVI. Vorstandssitzung bezeichneten Laboratorien alle mit Ausnahme der

Digitized by Google

Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule in Stockholm, des National Physical Laboratory in Teddington und des mechanisch-technischen Laboratoriums der kais. Ingenieurschule in Moskau, ihre Mitarbeiterschaft zugesagt. Das letztgenannte Laboratorium weist darauf hin, daß es Eisenuntersuchungen vorziehe und sich daher nach dieser Richtung betätigen wolle. Dasselbe wurde mit Ausdruck des Dankes auf die Hauptaufgaben über Metalle verwiesen.

Die Zusammensetzung der Kommission 30 (Feinstes Mehl in Portlandzement) erfolgte gemäß der in der XVI. Vorstandssitzung festgesetzten Liste, nur ist an Stelle des durch anderweitige Arbeiten verhinderten H. R. Dyckerhoff dessen Sohn Dr. Aug. Dyckerhoff der Kommission beigetreten.

b) Behandlung der von den Kommissionspräsidenten eingelangten Zuschriften:

Zur Wiederaufnahme ihrer Arbeiten wurden eingeladen die Präsidenten der Kommissionen 2, 25, 7, 9 11, 32, 33, 35, 24, 34. Von den eingelaufenen Zuschriften wäre zu bemerken:

H. Prof. **Howe** stellt das Ersuchen, ihm zu gestatten, daß er im Verein mit Prof. **Sauveur** ihrem Berichte 24 (Nomenklatur von Eisen und Stahl) eine metallographische Charakteristik der verschiedenen Stahlsorten beischließe.

Dieser Antrag wird unter Ausdruck des Dankes angenommen.

Bezüglich der Aufgabe Rostschutzmittel wird nach Verlesung eines Briefes des H. Ober-Regierungsrat **Ebert**, in welchem dieser seine Berichterstattung mit der auf dem letzten Kongresse vorgelegten Arbeit für abgeschlossen erklärt, folgendes beschlossen: Der amerikanische Verband ist zu ersuchen, einen Herrn namhaft zu machen, welcher dem Kongresse über den Stand der amerikanischen Forschungsarbeiten auf diesem Gebiete einen Übersichtsbericht erstattet. Ebenso ist das Königl. Materialprüfungsamt in Groß-Lichterfelde zu ersuchen, einen Bericht über die Frage vorzulegen. Endlich ist auch der bisherige Koreferent, H. Grittner in Budapest, zu einem Berichte einzuladen.

Bezüglich der Kommission 34 (Nomenklatur des Bitumen) gelangt ein Brief des H. Prof. Dr. **Lunge** zur Verlesung, in welchem

Digitized by Google

er die Meinung ausspricht, daß seine Aufgabe mit dem dem letzten Kongresse vorgelegten Berichte abgeschlossen ist, und in welchem er um Enthebung von seiner Stellung als Präsident der Kommission ersucht. Der Vorstand beschließt, Herrn Prof. Lunge mit dem Danke für seine Tätigkeit das Bedauern über sein Ausscheiden aus der Kommission auszudrücken und ihn zu bitten, einen Herrn namhaft zu machen, der auf dem V. Kongresse den in Brüssel unerledigt gebliebenen Bericht 34 vertreten möchte.

Bezüglich der Unterkommission 1 (Einheitliche Lieferungsbedingungen für Eisen und Stahl) teilt der Generalsekretär mit, daß der amerikanische Verband auf Grund des vom Vorstande an ihn ergangenen Ersuchens die H. Webster und Wood in die Unterkommission 1 entsendet hat. Es gelangt ein Brief des Präsidenten der Unterkommission 1, H. Baurat Dr. **Rieppel** zur Verlesung, in welchem dieser darauf hinweist, daß es zu einem greifbaren Erfolg der Arbeiten der Unterkommission vor allem notwendig sei, sich die Zustimmung der nationalen Verbände und der maßgebenden Körperschaften der in die Kommissionsarbeit einbezogenen Länder zu sichern und daher dem Vorstande folgende Fragen unterbreitet:

1. Sind die Arbeiten des Unterausschusses 1 im Einvernehmen mit den nationalen Prüfungsverbänden oder ähnlichen Organisationen vorzunehmen, etwa derart, daß die Beratungsergebnisse den Verbänden zur Genehmigung oder wenigstens Äußerung vorzulegen sind, oder soll der Internationale Verband allein über die Kommissionsvorschläge entscheiden?

2. Welche Wege sind insbesondere in England einzuschlagen?

Zu dieser Angelegenheit berichtet H. **Brough**, daß die englischen Mitglieder des Verbandes am 1. April eine Versammlung abgehalten hätten, in welcher sie H. F. W. Harbord, einen hervorragenden Fachmann, einmütig zum englischen Vertreter in der Unterkommission 1 bestätigt und beschlossen haben, die Beschlüsse der Unterkommission dem Engineering Standards Committee und dem Iron and Steel Institute zur Begutachtung vorzulegen. Nach längerer Debatte, in welcher die Ansicht des H. Rieppel die Zustimmung der Versammlung findet, wird beschlossen, H. Dr. Rieppel von der Sachlage in England zu verständigen, durch welche die Mitwirkung der maßgebenden Fachvereine auch in England gesichert erscheint.

Digitized by Google

Da ferner die H. Prof. **Kirsch, Benetti** und **Belelubsky** mitteilen, daß Österreich, Italien und Rußland im Begriffe stehen, ihre Lieferungsbedingnisse zu vereinheitlichen und H. Prof. **Mesnager** darauf hinweist, daß in Frankreich neben der Regierung auch die Bahnen ihre gemeinsamen Lieferungsbedingungen haben, wird beschlossen, die Aufmerksamkeit des H. Baurat Dr. Rieppel darauf zu lenken, damit auch diesen Ländern seinerzeit der Anschluß an die Kommissionsarbeit ermöglicht werde.

Die anderen, auf dem letzten Kongresse vorgelegenen, aber nicht zur Verhandlung gekommenen Berichte: Aufgabe 7 (Wetterbeständigkeit), Aufgabe 10 (Haftvermögen hydraulischer Bindemittel), Aufgabe 11 (Prüfung der Puzzolane auf ihren mörteltechnischen Wert) sollen auf dem nächsten Kongresse zur Verhandlung kommen.

c) Ernennung von Referenten für noch unbesetzte Aufgaben:

Zur Aufgabe 28. Miteinbeziehung der magnetischen und elektrischen Eigenschaften der Metalle bei ihrer mechanischen Prüfung: H. Prof. **Kirsch** berichtet, daß an der technischen Hochschule in Wien Arbeiten auf diesem Gebiete vorliegen. Es wird hierauf beschlossen, den österreichischen Verband einzuladen, einen Berichterstatter über diese Frage zu ernennen. Außerdem werden Forscher anderer Länder, soweit sie von den Herren Vorstandsmitgliedern namhaft gemacht werden, zur Berichterstattung einzuladen sein.

Die Aufgabenliste ist neu aufzulegen, aber in vereinfachter Form, indem die Kommisionsmitglieder und Referenten bloß mit Namen und Wohnort anzuführen sind.

6. Vorbereitungen für den nächsten Kongreß:

Bericht über die Tätigkeit des Organisationskomitees:

H. Prof. **Hannover** berichtet, daß sich ein vielgliedriges Organisationskomitee aus den Spitzen der technischen Kreise, der Wissenschaft und der Industrie gebildet und seine Tätigkeit bereits aufgenommen hat. Der Minister des Innern, der Verkehrsminister und der Kriegsminister sowie die Präsidenten des Reichstages, der

Digitized by Google

Ober-Präsident von Kopenhagen und Se. Exzellenz der H. Geheimrat Prof. Dr. Jul. Thomsen haben freundlichst zugestimmt, an dem Kongresse als Ehrenmitglieder teilzunehmen und es ist zu hoffen, daß der König das allerhöchste Protektorat und der Kronprinz das Ehrenpräsidium gnädigst übernehmen werden. Im Anschluß an die Kongreßsitzungen sind sehr interessante Exkursionen in Aussicht gestellt.

Über Anfrage des Vorsitzenden spricht H. Prof. Hannover die Hoffnung aus, daß das Organisationskomitee dem Verbande eine finanzielle Unterstützung zur Herausgabe der Druckschriften werde widmen können.

Der Bericht des H. Prof. Hannover wird mit Dank zur Kenntnis genommen. Es wird beschlossen, für den **Zeitpunkt des Kongresses den Anfang des September 1909 festzusetzen.** An die Behörden der verschiedenen Länder sind aber schon in der nächsten Zeit Einladungen ergehen zu lassen.

Als äußerster Termin für die Einsendung der Berichte wird der 1. Jänner 1909 bestimmt.

Es wird der Wunsch ausgesprochen, daß **die Beiträge nicht mehr als acht Druckseiten Oktav** umfassen, da der Verband mit Rücksicht auf die großen Kosten der dreisprachigen Auflage nicht im Stande ist, für den Druck größerer Berichte aus eigenen Mitteln aufzukommen.

Die Berichte sind tunlichst an die Herren Vorstandsmitglieder oder Vertrauensmänner des betreffenden Landes zu senden, eventuell direkt an das General-Sekretariat, Wien, II/$_2$, Nordbahnstraße 50.

7. Herausgabe einer Revue.

Der **General-Sekretär** berichtet, daß er im Sinne des in der XVI. Vorstandssitzung erhaltenen Auftrages Mittel und Wege gesucht habe, um zunächst die Herausgabe einer Revue zu ermöglichen, die in kurzen sachlichen Auszügen einen Überblick über die Erscheinungen der Fachliteratur gewähren sollte. Um die Kosten des Unternehmens möglichst herabzudrücken und sich andererseits auch die Mitwirkung der verschiedenen Länder zu sichern, ist er an die Herren Vorstandsmitglieder und Vertrauens-

Digitized by Google

männer mit der Bitte herangetreten um Mitteilung, inwieweit sie bereit wären, die Herausgabe einer solchen Revue zu unterstützen.

Die meisten Herren haben eine weitgehende Unterstützung des Unternehmens zugesagt, indem sie Fachmänner ihres Landes bezeichneten, welche bereit wären, gegen eine verhältnismäßig geringe Entschädigung solche Beiträge zu liefern; doch fehlte es auch nicht an ernsten Bedenken, sowohl bezüglich der finanziellen Durchführbarkeit einer solchen Unternehmung, wie auch bezüglich ihrer Notwendigkeit, letzteres mit Rücksicht auf den Umstand, daß alle größeren technischen Zeitschriften bereits Auszüge aus den erscheinenden Veröffentlichungen bringen.

Um die finanzielle Tragweite einer solchen Publikation festzustellen, wurden auch die Offerten hervorragender Verleger eingeholt, und da inzwischen mit dem Hinscheiden des Professors Giessler die „Baumaterialienkunde“ mit Ende 1907 ihr Erscheinen eingestellt hatte, kamen nun für die eventuelle Gründung eines Organs des Internationalen Verbandes zwei Möglichkeiten in Betracht: eine Vierteljahrsschrift, welche bloß kurze Auszüge aus einschlägigen Artikeln über Materialwesen bringt, oder eine monatlich erscheinende, vollständige Zeitschrift von gleichem Gesamtumfang, welche neben führenden Artikeln eine Rundschau aus der Praxis und eine Revue über die literarischen Erscheinungen zu bringen hätte. In beiden Fällen hätte die Zeitschrift dreisprachig zu erscheinen. Die Verleger erklärten, daß mit Rücksicht auf die großen Kosten einer solchen dreisprachigen Zeitschrift eine finanzielle Garantie seitens des Verbandes notwendig wäre, u. zw. in einer solchen Höhe, daß sie ein jedes Mitglied im ersten Falle mit Mk. 10.—, im letzteren Falle mit Mk. 11.— belasten würde.

H. Prof. **Mesnager** fügt diesem Berichte bei, daß die Zeitschrift „Matériaux de Constructions“ sich bereit erklärt hat, gegen eine jährliche Vergütung von 10 Frcs. für jedes Mitglied, diese französische Zeitschrift den Mitgliedern unentgeltlich beizustellen und in derselben 96 Quartseiten für die Mitteilungen des Verbandes zur Verfügung zu stellen.

Diese Berichte werden zur Kenntnis genommen und die Verhandlung hierauf um 1 Uhr abgebrochen.

Wiederaufnahme der Sitzung um 3 Uhr nachmittags.

Digitized by Google

Es wird zunächst Punkt 3 der Tagesordnung:

Kassabericht und Präliminare

fortgesetzt.

H. Prof. **Schüle** berichtet über die mit H. Bienfait gemeinsam durchgeführte Revision der Bücher. Dieselben wurden in Ordnung und der Jahresabschluß mit einem Aktivsaldo von . . . . . Frcs. 1621·27 richtig befunden. Die seit 1. Jänner 1908 eingelangten Zahlungen betragen . . . . . Frcs. 4341·92

Summe . . Frcs. 5963·19

Die durch Quittungen belegten Ausgaben betragen Frcs. 3514·44

Der Kassastand beträgt daher am heutigen Tage Frcs. 2448·75 = 2332·14 K, welcher laut vorliegender Bestätigung der Allgemeinen Depositen-Bank dortselbst im Depot erliegt.

Die Revisoren beantragen daher dem Präsidenten das Absolutorium zu erteilen. (Zustimmung.)

Es wird hierauf folgender Haushaltungsplan für das Jahr 1908 genehmigt.

Haushaltungsplan der Zentralkassa für das Jahr 1908.

Einnahmen	Frcs.	Ausgaben	Frcs.
Saldo-Vortrag 1907 . . .	1.621·27	Nachtrag für Druck von Kongreßschriften . . .	1.600·—
Nachtrag an Mitgliedsbeiträgen pro 1907 . .	80·—	Besoldungen und Bureauartikel	7.560·—
Mitgliedsbeiträge und Subventionen 1908 . . .	13.900.—	Druckkosten für allgemeine Verwaltung	1.100·—
Zinsen	50·—	Portoauslagen	400·—
Erlös aus verkauften Kongreßschriften . . .	100·—	Verschiedenes (Kursdiff., Vermögensverwaltung) .	200.—
Summe . . .	15.751·27	Vorauslagen für den Kongreß	1.000·—
		Saldo-Vortrag	3.891·27
Summe . . .	15.751·27	Summe . . .	15.751·27

Digitized by Google

ad 7. **Fortsetzung der Debatte über die Herausgabe einer Revue.**

Es wird nach längerer Beratung beschlossen, mit Rücksicht auf die großen Kosten von der Herausgabe einer Zeitschrift abzusehen. Dagegen sollen von jetzt ab **„Mitteilungen des Internationalen Verbandes"** in zeitlich zwanglosen Heften, aber in numerierter Aufeinanderfolge in den drei Verbandsprachen erscheinen und den Mitgliedern unentgeltlich zugestellt werden. Diese Mitteilungen sollen enthalten:

1. Alle geschäftlichen Mitteilungen des Verbandes.

2. Die fachlichen Berichte, die Kongreßberichte und die Kongreß-Protokolle.

3. Die eventuell durch orientierende Schlagworte unterstützten Titel

a) jener Arbeiten, welche von den nationalen Verbänden verschiedener Länder veröffentlicht werden,

b) jener Arbeiten, welche von den Laboratorien der verschiedenen Staaten veröffentlicht werden,

c) jener fachlichen Artikel aus verschiedenen Zeitschriften, welche die Vorstandsmitglieder als besonders beachtenswert, namentlich auf dem Gebiete praktischer Versuchsergebnisse und Erfahrungsresultate bezeichnen.

Durch die sub 3 genannten Maßregel hofft der Vorstand den Kontakt mit den Mitgliedern auch während der Zeit zwischen den Kongressen aufrecht zu erhalten und ihnen eine wertvolle Ergänzung zu den in den größeren Zeitschriften bereits erscheinenden Revuen über die Literatur des Materialwesens zu bieten.

Es wird dabei dem Generalsekretär überlassen, für den Vertrieb der Mitteilungen einen Verleger zu suchen und für die Herausgabe einer Inseratenbeilage zu sorgen.

8. Freie Anträge.

Prof. **Belelubsky** weist darauf hin, wie wichtig die Frage des Fluatisierens von Bausteinen geworden ist und wie wertvoll es wäre, auf dem Kongresse über den Erfolg dieses bereits in mehreren Ländern bewährten Verfahrens verläßliche Auskünfte zu erhalten.

Digitized by Google

H. **Bienfait** regt an, ob es sich nicht empfehlen würde, auf dem Kongresse die Frage zu diskutieren, inwieweit sich die elektrolytischen Einflüsse auch beim Eisenbeton geltend machen.

Der Vorstand beschließt bezüglich beider Anträge es den Fachmännern zu überlassen, zu den auf dem Kongreßprogramme bereits stehenden Hauptfragen über die Wetterbeständigkeit der Steine und über Eisenbeton Erfahrungen auf diesem Gebiete mitzuteilen.

Über Antrag des Vorsitzenden wird hierauf die Kündigungsfrist im Vertrage mit dem Generalsekretär von $^1/_4$ auf ein ganzes Jahr erhöht. Nur im Falle dauernder Verhinderung des Sekretärs bleibt die $^1/_4$jährige Kündigungsfrist aufrecht.

Es wird beschlossen, die nächste Vorstandssitzung am **ersten Sonnabend im Februar 1909 in Frankfurt am Main** abzuhalten.

Nachdem H. **Brough** H. Oberbaurat Berger unter Zustimmung der Versammlung den Dank für die meisterhafte Führung der Verhandlungen ausgesprochen, schließt dieser die Sitzung um 5 Uhr nachmittags.

Der Schriftführer: E. Reitler.

Der Vorsitzende: Dr. F. Berger.

Digitized by Google

MITTEILUNGEN
DES INTERNATIONALEN VERBANDES FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

Erscheinen in zwanglosen Heften, in deutscher, französischer und englischer Ausgabe. Für Mitglieder des Verbandes unentgeltlich.

WIEN, Mai 1908. Nr. 2.

Preis dieser Nummer für Nichtmitglieder M 0·50. Kommissionsverlag für die deutsche Ausgabe: J. Springer, Berlin N. 24, Monbijouplatz 3.

Inhalt: Zur Einsendung der Kongreßberichte. — Hauptfragen des V. Kongresses. — Verzeichnis der technischen Aufgaben, Kommissionen und Berichterstatter.

Zur gefälligen Beachtung!

Der V. Kongreß des Internationalen Verbandes findet anfangs September 1909 in Kopenhagen statt.

Die Hauptfragen, welche auf diesem Kongreß vor allem zur Behandlung kommen, sind auf umstehender Seite angegeben.

Beiträge zu diesen Fragen wollen zuverlässig bis spätestens 1. Jänner 1909 an die Herren Vorstandsmitglieder oder Vertrauensmänner des betreffenden Landes oder an das General-Sekretariat, Wien, II/2, Nordbahnstraße 50, eingesendet werden.

Mit Rücksicht auf die großen Kosten der dreisprachigen Ausgabe aller Schriften bittet der Vorstand, solche Beiträge tunlichst auf acht gedruckte Oktavseiten zu beschränken, da er für die Drucklegung umfangreicherer Berichte nicht aus eigenen Mitteln aufkommen kann.

Die Berichte der Kommissionen und Berichterstatter über die technischen Aufgaben — die in folgender Liste verzeichnet sind — werden gleichfalls zuverlässig bis 1. Jänner 1909 erbeten.

Um das Ergebnis aller Berichte ganz im Sinne der Verfasser festzulegen und eine verläßliche Grundlage für die Kongreßverhandlungen zu gewinnen, wird inständigst gebeten, jedem Berichte eine kurze Schlußfolgerung beizufügen.

Digitized by Google

I. Hauptfragen,

welche auf dem V. Kongresse in Kopenhagen 1909 vor allem zur Verhandlung kommen.

A. Metalle.

a) Metallographie (Metallurgie, Legierungen),
b) Härteprüfung im allgemeinen,
c) Schlagproben (Kerbschlagproben),
d) Dauerversuche (mit schnellem Spannungswechsel, in der Hitze u. s. w.),
e) Gußeisenprüfung,
f) Einfluß erhöhter Temperatur auf die Metalleigenschaften.

B. Hydraulische Bindemittel.

g) Betoneisen,
h) Fortschritte in den Methoden der Prüfung,
i) Zement in Meerwasser,
j) Volumbeständigkeit,
k) Einheitliche Versuche mittelst Prismen, Normalsand,
l) Wetterbeständigkeit der Bausteine.

C. Diverses.

m) Öle,
n) Kautschuk,
o) Holz,
p) Anstrichmassen.

Digitized by Google

II.

Technische Aufgaben

und die sie behandelnden Kommissionen und Berichterstatter.

(Die näheren Adressen der Herren sind aus der Mitgliedsliste zu ersehen.)

A. Metalle.

Aufgabe 1.

Auf Grund der bestehenden Lieferungsbedingungen sind Mittel und Wege zu suchen zur Einführung einheitlicher internationaler Vorschriften für Prüfung und Abnahme von Eisen- und Stahlmaterial aller Art. (Beantragt auf dem Züricher Kongreß 1895, erweitert auf dem Budapester Kongreß 1901.)

Obmann der Kommission: Dr. Ing. A. Rieppel, Nürnberg;

Obmann-Stellvertreter: G. Alpherts, Haag.

Mitglieder: W. H. Verhoop, Lüttich; F. Öllgaard, Kopenhagen; Prof. Dr. Ing. A. Martens, Gr.-Lichterfelde; F. W. Harbord, London; Prof W. C. Unwin, London; J. H. Wicksteed, Leeds; A. Bécard, Paris; L. Baclé, Paris; J. Schröder van der Kolk, s'Gravenhage, Holland; W. A. Verhoop, Lüttich; Prof. C. Guidi, Turin; E. Mayrisch, Düdelingen, Luxemburg; A. v. Dormus, Wien; Prof. Dr. Ing. N. Belelubsky, St. Petersburg; N. B. Bogouslawsky, St. Petersburg; Prof. N. Chtchoukine, St. Petersburg; B. Herberz, St. Petersburg; B. Koslowsky, St. Petersburg; P. Babouroff, St. Petersburg; Gunnar Dillner, Stockholm; Ant. Schrafl, Luzern; M. Cano y de Leon, Madrid; H. H. Campbell, Steelton, Penna; J. Christie, Pencoyd, Penna; Carnegie Steel Company Ltd. (Repr.: John Mc. Leod), Pittsburg; Franklin Institute (Repr.: Dr. W. Wahl), Philadelphia; P. Kreuzpointner, Altoona; Dr. R. Moldenke, New-York; W. R. Webster, Philadelphia; W. Wood, Philadelphia.

Digitized by Google

Aufgabe 2.

Feststellung von Untersuchungsmethoden über die Homogenität von Eisen und Stahl behufs deren eventueller Benützung bei Abnahmen. (Beschluß des Stockholmer Kongresses 1897, ergänzt auf dem Brüsseler Kongreß 1906.)

Obmann der Kommission: W. Ast, Wien;

Mitglieder: Prof. H. I. Hannover, Kopenhagen; F. Böcking, Düsseldorf; Prof. Dr. Ing. A. Martens, Gr.-Lichterfelde; K. Lutz, München; H. Otto, Essen a. d. Ruhr; Dr. Ing. A. Rieppel, Nürnberg; Sugg, Königshütte, Oberschlesien; R. A. Hadfield, Sheffield; J. E. Stead, Middlesbrough; H. R. J. Burstall, London; E. W. Monkhouse, London; Prof. W. C. Unwin, London; J. Cohade, Le Creusot; E. Le Blant, Paris; A. Pourcel, Paris; Prof. A. Sauvage, Paris; L. Bienfait, Amsterdam; St. Fadda, Turin; Prof. C. Guidi, Turin; Trondhjems technische Lehranstalt, Trondhjem (Norwegen); Prof. B. Kirsch, Wien; A. Sailler, Wien; F. Baerlein, Lissabon; Prof. Dr. Ing. N. Belelubsky, St Petersburg; J. Drouginine, St. Petersburg; Fürst A. Gagarine, St. Petersburg; M. Guédéonoff, Kiew; A. de Jechotarsky, St. Petersburg; A. von Julin, Fiskars (Finnland); Prof. Rud. Kolster, Helsingfors; N. Lamine, St. Petersburg; J. A. Brinell, Stockholm; B. H. Wallin, Gothenburg; Materialprüfungs-Anstalt am eidgen. Polytechnikum, Zürich; Prof. Klerits, Belgrad; Lorenzo de la Tejera, Madrid; C. v. Banovits, Budapest; Prof. S. Rejtö, Budapest; J. Seefehlner, Budapest; Booth, Garrett & Blair, Philadelphia; Prof. Th. Gray, Terre Haute, Ind.; C. Gus. Henning, New-York; P. Kreuzpointner, Altoona, Pa.; A. A. Stevenson, Burnham, Pa.; W. R. Webster, Philadelphia; A. Sauveur, Boston, Mass.

Aufgabe 4.

Methoden der Untersuchung von Schweißungen und der Schweißbarkeit. (Übernommen vom Züricher Kongreß 1895.)

Kein besonderer Berichterstatter ernannt.

Aufgabe 6.

Untersuchung über die zweckmäßigste Methode des Polierens und Ätzens zur makroskopischen Gefügeuntersuchung des schmiedbaren Eisens. (Beantragt auf dem Züricher Kongreß 1895.)

Kein besonderer Berichterstatter ernannt.

Digitized by Google

Aufgabe 25.

Aufstellung einheitlicher Prüfungsmethoden für Gußeisen und sonstige Gußwaren. (Beantragt auf dem Budapester Kongreß 1901.)

Obmann der Kommission: Dr. R. Moldenke, New-York.

Mitglieder: Doat, Lüttich; Fr. A. Krogh, Kopenhagen; C. Jüngst, Charlottenburg; H. Joly, Wittenberg; Prof. Dr. Wüst, Duisburg; J. E. Stead, Middlesborough; Dr. G. Charpy, Montluçon (Allier); J. Muysken, Amsterdam; S. Fadda, Turin; N. C. Ihlen, Strömmen per Christiania; Prof. H. Freiherr v Jüptner, Wien; Edgar v. Lenz, Traisen (N.-Österreich); Bureau des forges, St. Petersburg; A. Sulzer-Großmann, Winterthur; Al. E. Outerbridge, Philadelphia, Prof. Alb. Sauveur, Boston, Mass.; Th. D. West, Sharpsville.

Aufgabe 26.

Versuche an eingekerbten Stäben behufs Feststellung der Beziehungen zwischen den verschiedenen Versuchsmethoden und zur Präzisierung der numerischen Angaben, welche die verschiedenen Eigenschaften der Metalle darzustellen geeignet sind. (Beschlossen auf dem Budapester Kongreß 1901.)

Kein besonderer Berichterstatter ernannt.

Aufgabe 27.

Über Kugeldruckproben zur Feststellung der Beziehungen zwischen den verschiedenen Versuchsmethoden und zur Präzisierung der numerischen Angaben, welche die verschiedenen Eigenschaften der Metalle darzustellen geeignet sind. (Beschluß des Budapester Kongresses 1901.)

Kein besonderer Berichterstatter ernannt.

Aufgabe 28.

Miteinbeziehung der magnetischen und elektrischen Eigenschaften der Materialien bei ihrer mechanischen Prüfung. (Aufgestellt auf dem Budapester Kongreß 1901.)

Zur Zeit der Drucklegung dieser Liste waren noch keine Berichterstatter ernannt.

Digitized by Google

Aufgabe 36.

Über makroskopische Gefügeuntersuchung des Eisens. (Aufgestellt in der XI. Vorstandssitzung 1903.)

Kein besonderer Berichterstatter ernannt.

Aufgabe 37.

Über mikroskopische Gefügeuntersuchung des Eisens. (Aufgestellt in der XI. Vorstandssitzung 1903.)

Kein besonderer Berichterstatter ernannt.

Aufgabe 38.

Grundlagen für die Lieferungsbedingnisse für Kupfer. (Aufgestellt vom Brüsseler Kongreß 1906.)

Obmann der Kommission: Léon Guillet, Paris.

Mitglieder: C. Heckmann, Duisburg-Hochfeld; G. Selve, Altena i. W.; Dr. R. T. Glazebrook, Teddington near London; F. Tomlinson, Manchester; G. Guillemin, Paris; P. Breuil, Paris; Olgouine, Moskau; E. Wehrenpfennig, Wien; Zugmayer jun., Waldegg (N.-Österreich); J. Gerwer, Zürich; G. E. Skinner, East Pittsbourgh, H. E. Diller, Chicago.

Aufgabe 43.

Welcher Einfluß auf die Materialqualität kommt beim Schmieden, Pressen und Walzen des Flußeisens und Stahles: I. der Temperatur dieser Produkte: *a*) beim Arbeitsbeginne, *b*) bei der Arbeitsvollendung und: II. der geleisteten mechanischen Arbeit, bezw. dem Maße der hiebei erzielten Querschnittsverminderung zu? (Aufgestellt in der XVI. Vorstandssitzung.)

Kein besonderer Berichterstatter ernannt.

B. Hydraulische Bindemittel.

Aufgabe 7.

Würdigung des Zusammenhanges zwischen der chemischen Zusammensetzung der natürlichen Bausteine und deren Wetterbeständigkeit. Prüfung des Einflusses der Rauchgase, insbesondere der schwefeligen Säure.

Digitized by Google

Methoden zur Untersuchung der Qualität, insbesondere der Wetterbeständigkeit der Dachschiefer. (Übernommen vom Züricher Kongreß 1895.)

Obmann der Kommission: Prof. A. Hanisch, Wien.

Obmann-Stellvertreter: P. Larivière, Paris.

Mitglieder: Prof. E. Dietrich, Berlin; Dr. E. Glinzer, Hamburg; Prof. Dr. H. Seipp, Kattowitz; A. B. W. Kennedy, London; A. Siemens, London; Prof. H. L. J. Vogt, Christiania; A. Greil, Wien; Prof. N. Kournakoff, St. Petersburg; N. Lamine, Sankt Petersburg; Prof. J. Maluga, St. Petersburg; Perrimonde, Sankt Petersburg; Prof. A. Wikander, Göteborg (Schweden); Prof. Dr. H. Brunner, Lausanne (Schweiz); Prof. Dr. Grubenmann, Zürich; Prof. Dr. G. Lunge, Zürich; Prof. Dr. V. Wartha, Budapest; Prof. J. F. Kemp, New-York (N.-Y.); Prof. M. Merrimann, South Bethlehem (Pa.).

Aufgabe 9.

In welcher Weise können hydraulische Bindemittel in kürzerer Zeit auf ihre Bindekraft geprüft werden? (Übernommen vom Züricher Kongreß 1895.)

Obmann der Kommission: Dr. F. Berger, Wien.

Mitglieder: E. Camerman, Brüssel; D. Berg, Aalborg (Dänemark); Dr. C. Heintzel, Lüneburg (Deutschland): Dr. W. Michaëlis, Berlin; F. Schott, Heidelberg; Prof. J. A. Ewing, Cambridge (England); E. Candlot, Paris; Prof. A. Mesnager, Paris; R. Feret, Boulogne s/M.; L. Bienfait, Amsterdam; Dr. Morris, Christiania; A. Greil, Wien; T. Behrmann, Riga (Finnland); N. Belelubsky, St. Petersburg; N. Bogdanoff, St. Petersburg; Prof. L. Proskuriakoff, Moskau; T. Schilling, Moskau; Prof. A. Wikander, Göteborg (Schweden); Prof. D. v. Nagy, Budapest; W. W. Macley, New-York; Ch. F. McKenna, Ph. D., New-York.

Aufgabe 10.

Prüfung und Würdigung der Konferenzbeschlüsse über die Bestimmung des Haftvermögens hydraulischer Bindemittel. (Übernommen vom Züricher Kongreß 1895.)

Berichterstatter: R. Feret, Boulogne s/M.

Digitized by Google

Aufgabe 11.

Bearbeitung von Vorschlägen, in welcher Weise die Puzzolane auf ihren mörteltechnischen Wert einheitlich geprüft werden sollen. (Übernommen vom Züricher Kongreß 1895.)

Obmann der Kommission: G. Herfeldt, Andernach.

Obmann-Stellvertreter: C. Segré, Ancona.

Mitglieder: E. Camerman, Bruxelles; C. van Bogaert, Antwerpen; Prof. M. Gary, Groß-Lichterfelde; Dr. W. Michaëlis, Berlin; P. Wagner, Köln a. Rh.; Prof. A. Mesnager, Paris; R. Feret, Boulogne s/M.; A. P. M. Kaptein, Utrecht (Holland); J. A. van der Kloes, Delft (Holland); A. Arlorio, Turin; Prof. S. Canevazzi, Bologna; U. Cattaneo, Ancona; Prof. Ceradini, Rom; Prof. Dr. G. Giorgis, Rom; Prof. C. Guidi, Turin: Prof. Dr. O. Rebuffat, Neapel; A. Greil, Wien; H. Hillinger, Wien; N. Bogdanoff, St. Petersburg; F. Konossewitsch, St. Petersburg; A. Lundteigen, Union City (Mich.).

Aufgabe 12.

Über das Verhalten der Zemente bezüglich Bindezeit und über das beste Verfahren, den Beginn und die Dauer des Abbindens festzustellen. (Übernommen vom Züricher Kongreß 1895. Erweitert auf Grund des Beschlusses des Budapester Kongresses 1901.)

Kein besonderer Berichterstatter ernannt.

Aufgabe 30.

Aufsuchung eines möglichst einfachen Verfahrens zur Bestimmung des feinsten Mehles im Portlandzement auf dem Wege der Schlämmung oder der Windsichtung. (Beschluß des Budapester Kongresses 1901.)

Obmann der Kommission: Prof. M. Gary, Groß-Lichterfelde.

Mitglieder: Dr. A. Dyckerhoff, Biberich a. Rh.; Bamber, London; Prof. A. Mesnager, Paris; Lejeune, Le Teil (France); Mayntz Petersen, Kopenhagen; Eidgenössische Material-Prüfungsanstalt, Zürich.

Aufgabe 31.

Über das Verhalten des Zements im Meerwasser. (Beschlossen auf dem Budapester Kongreß 1901.)

Kein besonderer Berichterstatter ernannt.

Digitized by Google

Aufgabe 32.

Über ein beschleunigtes Verfahren zur Bestimmung der Raumbeständigkeit der Zemente. (Übernommen vom Züricher Kongreß 1895.)

Obmann der Kommission: Bertram Blount, London.

Mitglieder: Hiertz, Seraing; Mayntz Petersen, Kopenhagen; Ferd. M. Meyer, Malstatt-Burbach b. Saarbrücken (Deutschland); F. Schott, Heidelberg; R. Curling-Styles, Kent (England); E. Leduc, Paris; L. Bienfait, Amsterdam; Prof. Dr. O. Rebuffat, Neapel; O. Carlsen, Christiania; A. Greil, Wien; Th. Pierus, Wien; A. Baykoff, St. Petersburg; O. Blaese, Port Kunda bei Wesenburg (Rußland); E. Schwarz, Noworossiisk (Russland); V. Tagnéef, St. Petersburg; Prof. Des. Nagy, Budapest; Jos. Zhuk, Budapest; S. B. Newberry, Sandusky (Ohio); Rob. W. Lesley, Philadelphia.

Aufgabe 33.

Über den Einfluß der Wasser- und Sandmenge auf die erreichbare Festigkeit der Roman- und anderer Zemente. (Beschluß des Budapester Kongresses 1901.)

Berichterstatter: Der Ungarische Verband für die Materialprüfungen der Technik in Budapest.

Aufgabe 40.

Die Vereinheitlichung der Lieferungsbedingnisse für Gips. (Aufgestellt vom Brüsseler Kongreß 1906.)

Berichterstatter: Prof. M. Gary, Gr.-Lichterfelde; R. Feret, Boulogne s/M.

Aufgabe 41.

Studium des Eisenbetons. (Aufgestellt vom Brüsseler Kongreß 1906.)

Obmann der Kommisson: Unbesetzt.*)

Obmann-Stellvertreter: Prof. Schüle, Zürich.

Geh. Rat Germelmann, Berlin.

Mitglieder: Prof. W. H. Warren, Sydney (Australien); Paul Christophe, Brüssel; Prof. E. Suenson, Kopenhagen; T. Grut, Kopenhagen; Alf. Hüser, Oberkassel (Deutschl.); E. Züblin, Straßburg i. E. (Deutschl.); Prof. Dr. Ing. A. Martens, Gr.-Lichterfelde; Bürstenbinder, Hamburg; Edwin O. Sachs, London; Max Clarke, London; Rabut, Versailles; Prof. A. Mesnager,

*) H. Considère hat während der Drucklegung dieser Liste die Leitung der Kommission niedergelegt.

Digitized by Google

Paris; R. Feret, Boulogne; Tricon, Paris; S. J. Rutgers, Rotterdam; Prof. Silvio Canevazzi, Bologna; Prof. Camillo Guidi, Turin; Claudio Segré, Rom; Kgl. norwegisches Wegebaudirektorat in Christiania; Prof. J. Melan, Prag; Prof. B. Kirsch, Wien; Dr. F. v. Emperger, Wien; Prof. Dr. N. Belelubsky, St. Petersburg; Droujinine, St. Petersburg; Prof. Jitkewitsch, St. Petersburg; Boguslawsky, St. Petersburg; Abramoff, St. Petersburg; Prof. F. Schüle, Zürich; R. Maillart, Zürich; Dr. Richard Zielinski (Szilard), Budapest; Josef Schustler, Budapest; Prof. A. Czakó, Budapest; Prof. A. N. Talbot, Illinois.

Aufgabe 42.

Einheitliche Prüfung hydraulischer Bindemittel mittelst Prismen und Bestimmung eines Normalsandes. (Aufgestellt vom Brüsseler Kongreß 1906.)

Obmann der Kommission: Prof. F. Schüle, Zürich.

Mitglieder: Laboratoire des Ponts et Chaussées, Boulogne s/M. (R. Feret); Laboratoire des Ponts et Chaussées, Paris (A. Mesnager, Mercier); Laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers, Paris (Leduc); Kgl. Material-Prüfungsamt, Gr.-Lichterfelde (Prof. Dr. Ing. A. Martens, Prof. M. Gary); Laboratorium des Vereines deutscher Portland-Zementfabrikanten, Karlshorst bei Berlin (Dr. Framm); Eidgenössische Material-Prüfungsanstalt, Zürich (Prof. Schüle); Mechanisches Laboratorium des kaiserl. Wegebauinstitutes, St. Petersburg (Prof. Dr. Ing. N. Belelubsky, Prof. Bogdansky); Mechanisch-technisches Laboratorium der technischen Hochschule, Wien (Prof. B. Kirsch); Dänische Staatsprüfungsanstalt in Kopenhagen (Mayntz Petersen); Ecole d'applications pour les Ingénieurs, Bologna (Prof. S. Canevazzi); Laboratoire de l'arsenal de l'Etat Belge, Malines (E. Camerman); Material-Prüfungsanstalt von Bienfait & Koning, Amsterdam (L. Bienfait); Materials Testing Laboratory United States Geological Survey (L. Humphrey), St. Louis, Mo.

C. Diverses.

Aufgabe 18.

Aufstellung einheitlicher Prüfungsmethoden der Anstrichmassen als Rostschutzmittel. (Aufgestellt auf dem Züricher Kongreß 1895.)

Berichterstatter: Zur Zeit der Drucklegung der Liste noch nicht ernannt.

Digitized by Google

Aufgabe 24.

Aufstellung einer einheitlichen Nomenklatur von Eisen und Stahl. (Vorstandsbeschluß vom 3. Februar 1901.)

Obmann der Kommission: Prof. M. Howe, New-York.

Obmann-Stellvertreter: L. Lévy, Paris; Prof. D. Tschernoff, St. Petersburg.

Sekretär der Kommission: Prof. Alb. Sauveur, Boston.

Mitglieder: Van Drunen, Ixelles; H. Truxen, Kopenhagen; Prof. Dr. H. Wedding, Berlin; H. Brauns, Dortmund; E. P. Martin, Dowlaist (South Wales); A. Pourcel, Paris; K. F. Koning, Haag; P. Verole, Mailand; A. Baalsrud, Christiania; A. R. v. Dormus, Wien; A. Sailler, Wien; Bureau des forges, St. Petersburg; Prof. N. Belelubsky, St. Petersburg; N. Jossa, St. Petersburg; M. Korobkoff, St. Petersburg; S. Smirnoff, St. Petersburg; H. H. Campbell, Steelton, Pa.

Aufgabe 34.

Aufstellung einer einheitlichen Definition und Nomenklatur des Bitumens. (Beschluß des Budapester Kongresses 1901.)

Obmann: Seit der Resignation des Prof. Dr. G. Lunge, Zürich, unbesetzt.

Obmann-Stellvertreter: Dr. Jenö Kovács, Tataros (Mezö Telegd), (Ungarn).

Mitglieder: Dr. M. Albrecht, Hamburg; Dr. Eger, München; Prof. Dr. D. Holde, Berlin; Locherer, Paris; Prof. Em. Potérno, Rom; L. Schmelk, Christiania; Dr. M. Böhm, M.-Ostrau (Österreich); Prof. B. Kirsch, Wien; A. Grittner, Budapest; A. W. Dow, Washington; Clifford Richardson, Long Island City, N. Y.

Aufgabe 35.

Studium der Untersuchungsmethoden des Kautschuks. (Beschluß des Budapester Kongresses 1901.)

Obmann der Kommission: E. Camerman, Brüssel.

Mitglieder: Engelbert, Lüttich; A. Jacobsen, Kopenhagen; Dr. Eger, München; P. Breuil, Paris; G. B. Pirelli, Mailand; E. Simonsen, Christiania; A. R. v. Boschan, Wien; Prof. B. Kirsch, Wien; B. Kempe, St. Petersburg; Fr. Maly, Budapest; R. G. Pearson, New-York.

Digitized by Google

Aufgabe 39.

Grundlagen der Lieferungsbedingungen für Öle für technische Zwecke. (Aufgestellt auf dem Kongresse zu Brüssel 1906.)

Obmann der Kommission: Dr. M. Albrecht, Hamburg.

Obmann-Stellvertreter: E. Camerman, Malines (Belgien).

Mitglieder: A. Jakobsen, Kopenhagen; Prof. Dr. Holde, Gr.-Lichterfelde; Havald Buch, Christiania; Dr. R. T. Glazebrook, Teddington b. London; P. Breuil, Paris; H. Baucke, Amsterdam; H. Cattaneo, Rom; J. Großmann, Wien; R. Kind, Aussig a. E, (Österreich); Gebrüder Sulzer, Winterthur; A. H. Gill, Boston; H. A. Julius, Midland Junction, Western Australia.

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

Generalsekretariat: Wien, II 3, Nordbahnstraße 50.

Mitgliedschaft.

Der jährliche Mitgliedsbeitrag beträgt mindestens Mk. 6.— oder K 7·20.

Anmeldungen zum Verbande und Zahlungen erfolgen bei dem Herrn Vorstandsmitgliede oder Vertrauensmanne des betreffenden Landes.

Die Veröffentlichungen des IV. Kongresses (Brüssel) 1906

sind im Generalsekretariate erhältlich u. zw. einzelne Berichte K 0·25—1, das Kongreßprotokoll K 2.

Im Buchhandel erhältlich:

„Prüfungsverfahren für Metalle und Legierungen, hydraulische Bindemittel, Holz, Ton-, Zement- und Steinzeugröhren, empfohlen vom IV. Kongresse, F. Deuticke, Leipzig und Wien K 1·20

Herausgeber und Verleger: Internationaler Verband für die Materialprüfungen der Technik, Wien. — Buchdruckerei Paul Gerin, Wien.

Digitized by Google

MITTEILUNGEN

DES INTERNATIONALEN VERBANDES FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

Erscheinen in zwanglosen Heften, wenigstens 4 mal jährlich, in deutscher, französischer und englischer Ausgabe. Für Mitglieder des Verbandes unentgeltlich.

WIEN, Dezember 1908. Nr. 3.

Preis dieser Nummer für Nichtmitglieder M 1·00. Kommissionsverlag für die deutsche Ausgabe: J. Springer, Berlin N. 24, Monbijouplatz 3.

Inhalt: Bennett H. Brough †. — Geschäftliche Mitteilungen. — Rundschau: I. Einheitliche Vorschriften. II. Zeitschriften. III. Bücher.

Bennett H. Brough †.

Der Internationale Verband hat einen schweren Verlust zu beklagen: Herr Bennett H. Brough, Sekretär des Iron and Steel Institute, Vorstandsmitglied für Großbritannien, ist am 3. Oktober d. J. in Newcastle-on-Tyne verschieden.

Während seiner zweijährigen Tätigkeit im Vorstande hat Herr Brough die Interessen des Verbandes in tatkräftigster und erfolgreichster Weise gefördert.

Warmer Dank und aufrichtige Verehrung werden mit seinem Namen immer verknüpft bleiben.

Herr J. P. Sydney, 2. Sekretär des Iron and Steel Institute, hat sich in liebenswürdigster Weise bereit erklärt, die Geschäfte des Vorstandsmitgliedes für Großbritannien bis zur vollzogenen Neuwahl eines neuen Delegierten zu übernehmen.

V. Kongreß in Kopenhagen.

Das Organisationskomitee für den V. Internationalen Kongreß zu Kopenhagen hat für die Sitzungen des Kongresses die Zeit vom 7. bis 11. September 1909 festgesetzt. Im Anschluß an die Beratungen finden größere technische Exkursionen statt.

Digitized by Google

ARCHIVE

Änderungen in der Zusammensetzung der Kommissionen.

(S. Nr. 2 der Mitt.)

Aufgabe 1 (Einheitliche internationale Lieferungsbedingungen für Eisen- und Stahlmaterial):

H. F. E. Robertson, M. Inst. C. E., London, ist der Kommission beigetreten.

Aufgabe 2 (Homogenität von Eisen und Stahl):

H. Reg.-Rat W. Ast in Wien hat das Präsidium aus Gesundheitsrücksichten niedergelegt.

Aufgabe 38 (Lieferungsbedingnisse für Kupfer :

H. Prof. R. v. Stockert, Wien, ist der Kommission beigetreten.

H. Chef-Ing. J. Gerwer in Zürich ist aus derselben ausgetreten.

Aufgabe 41 (Eisenbeton):

H. Prof. Schüle in Zürich hat an Stelle des demissionierten Präsidenten H. Considère, der in der Kommission als Mitglied verbleibt, den Vorsitz übernommen. H. Prof. A. N. Talbot, Urbana, Ill., funktioniert als 2. Vize-Präsident.

Neueingetreten: H. Ing. V. Brausewetter, Wien, H. Prof. E. Turneaure, Madison, Wisc.

Aufgabe 24 (Nomenklatur von Eisen und Stahl):

Neueingetreten: H. Prof. H. Le Chatelier und H. F. Osmond in Paris, H. Prof. W. Campbell, New-York.

Bezüglich Inserierung in den Mitteilungen wird gebeten, die letzte Seite zu beachten!

Die Verlagsbuchhandlung Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, erklärt sich bereit, Mitgliedern des Verbandes, bezw. Teilnehmern an dem V. Kongreß, das Werk „Die Prüfung der natürlichen Bausteine auf ihre Wetterbeständigkeit“ von Prof. Dr. J. Hirschwald, geb. M. 36.— zu dem Preise von M. 25.— zu überlassen.

Digitized by Google

Übersicht der Veröffentlichungen im Materialprüfungswesen.*)

Wir beginnen im folgenden mit einer Rundschau über alle auf dem Gebiete der Materialprüfung seit dem letzten Kongresse — September 1906 — veröffentlichten hervorragenderen Arbeiten. Die große Menge des Erschienenen zwingt uns, uns heute bloß auf die Zeit bis Ende 1907 zu beschränken. Wir werden die Veröffentlichungen des Jahres 1908 ehestens nachfolgen lassen.

Wenn auch diese Rundschau, trotz aller Bemühungen, Lücken aufweisen sollte, so darf sie doch den Vorzug für sich geltend machen, daß sie die Erscheinungen auf dem Gebiete der Materialprüfung in einem Umfange vorführt, wie er in keiner der mit großen Mitteln arbeitenden, vorzüglichen Revuen erreicht wird.

Die wertvollste Seite dieser Revue scheint uns jedoch nicht in ihrem Umfange, sondern vielmehr darin zu liegen, daß sie Hinweise auf die Arbeiten von nationalen Verbänden und Laboratorien der ganzen Welt vereinigt, welche anderswo gar nicht oder nur sehr schwer zu finden sind.

In dieser Richtung möchten wir gerne vollständig sein.

Viele Laboratorien haben uns bereits durch Zusendung oder Inhaltsangabe ihrer Veröffentlichungen zu großem Danke verpflichtet.

Wir wären glücklich, wenn unsere Bestrebungen auch durch alle anderen Laboratorien und Vereine in gleicher Weise gefördert werden würden, und wir in die Lage versetzt wären, hier über alle vorkommenden Forschungsarbeiten und Erfahrungen im Gebiete der Materialprüfung Nachricht geben zu können.

*) Ist die Veröffentlichung in französischer, deutscher oder englischer Sprache erschienen, so erscheint der Titel in der betreffenden Sprache spationiert gedruckt.

Digitized by Google

Liste des journaux indexés.
Liste der behandelten Zeitschriften.
Titles of the Journals indexed.

American Journal of Science.
American Machinist.
American Society Testing Materials, Proceedings.
Annales des Ponts et Chaussees.
Architect's and Builder's Magazine.
Ass. itat. per gli studi sui mat. d. costr.
Atti della Reale Academia dei Lincei.

Baumaterialienkunde.
Beton und Eisen.
Brass World.
British Fire Prevention Committee, Red Books.
Bull. de la Société d'Encouragement pour l'Ind. Nat.
Bull. de l'Industrie Minérale.
Bull. du Laboratoire d'Essai du Conservatoire des Arts et Mét.
Bull. American Society Mining Engineers.
Bull. Engng. Experiment Station University of Illinois.
Bureau of Chemistry U. S. Dep. Agriculture, Bulletins, Circulars.
Bureau of Standards U. S. Dep. Comm. and Lab., Bull.

Calif. Journal of Techn.
Cement.
Cement Age.
Clay Record.
Concrete and Constructional Engeneering.

Den tekniske Forenings Tidskrift.
De Ingenieur, Gravenhage.
Deutsche Bauzeitung.
Dingler's Polytechnisches Journal.

Echo de l'Industrie.
Electrical Review, London.
Electrical Review, New York.
Electrical World.
Electrician.
Electrochemical and Met. Industry.
Engineer, Chicago.
Engineer, London.
Engineering.
Engineering and Mining Journal.
Engineering Contracting.
Engineering News.
Engineering Review, London.
Engineering Record.
Engineering Times.
Epitesi Ipar, Budapest.

Fer et Acier.
Forest Service, U. S. Dep. Agric. Bulletins, Circulars.
Foundry.

Génie civil.
Gießerei-Zeitung.

Harvard Engng. Journal.

Ingeniören.
Ing. ferroviaria.
Iron Age.
Iron and Coal Trades Review.
Ironmonger.
Iron Trade Review.

Journal of the Frankline Institute.
Journal of the Inst. of Civil Engineers.
Journal of the R. Inst. of British Architects.
Journal of the Iron and Steel Institute.
Journal Soc. Chem. Ind.
Journal of the Worcester Polyt. Inst.
Journal of the U. S. Artillery.

La Locomotion Automobile.

Machinery.
Mechanical Engineer.
Mechanical World.
Mem. de la Société des Ingénieurs civils.
Mining Reporter.
Mines and Minerals.
Mitt. der k. k. forstlichen Versuchsanstalt Mariabrunn.
Mitt. des k. k. techn. Gewerbemuseums, Wien.
Mitt. des kgl. Materialprüfungsamts Groß-Lichterfelde.
Monitore Tecnico.
Municipal Engineering.

Oesterr. Wochenschrift für den öffentl. Baudienst.
Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen.
Oesterr. Zeitschrift für Optik und Mech.
Oesterr Vierteljahrschr. für Forstwesen.
Office Public Roads U. S. Dep. Agric., Bulletins.

Practical Engineer.
Proc. Am. Institute Electr. Engineers.
Proc. Am. Soc. Civil Engineers.
Proc. Am. Soc. Mech. Engineers.
Proc. Inst. Civil Engineers.
Proc. Inst. Electr. Engineers.
Proc. Inst. Mec. Engineers.
Proc. Physical Society.

Railway Age.
Railroad Gazette.
Report of the Tests made at Watertown Arsenal, Mass.
Réunion des membres franç. et belges de l'Association Int. Ess. Mat., Procès verbaux.
Revue de l'Electricité.
Revue Electrochim. et Electromet.
Revue gén. des chemins de fer.
Revue gen. des Sciences.
Revue des Mater. de Constr. et des Travaux Publics.
Revue de Mécanique.
Revue de Metallurgie.
Revue Mineralogique.

Schweizerische Bauzeitung.
Sitzungsberichte d. kais. Akademie der Wissenschaften, Wien.
Stahl und Eisen.
Stevens Institute Indicator, Hoboken.

La Technique Automobile.
Tonindustrie-Zeitung.
Transactions Am. Inst. Mining Eng.

U. S. Geological Survey, Dep. of Interior.

Zeitschrift der Dampfkessel-Untersuchungs- und Versicherungs-Gesellschaft, Wien.
Zeitschrift des österr. Ingenieur- u. Architekten-Vereines.
Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure.
Zeitschrift für anorganische Chemie.
Zentralblatt für Bauverwaltung.
Zeitschrift für Dampfkessel- und Maschinenbetr.

Digitized by Google

I.

Conditions de réception et méthodes d'essai normales *).

Einheitliche Lieferungsbedingnisse und Prüfungsverfahren*).

Standard Specifications and methods of testing*).

Méthodes d'essai des métaux et des alliages, des agglomérants hydrauliques, du bois, des tuyaux en terre cuite, en grès et en ciment, recommandées par le IVième Congrès de ***l'Association Internationale pour l'Essai des Matériaux*** *à Bruxelles 3—6 sept. 1906. — Paris, H. Dunod & E. Pinat. 1907.*

Verfahren zur Prüfung von Metallen und Legierungen, von hydraulischen Bindemitteln, von Holz, von Ton-, Steinzeug- und Zementrohren. Empfohlen von dem in Brüssel vom 3. bis 6. September 1906 abgehaltenen IV. Kongresse des ***Internationalen Verbandes für die Materialprüfung der Technik.*** *Leipzig und Wien, Franz Deuticke. 1907.*

Methods of testing metals and alloys, hydraulic cements and woods, clay, stoneware and cement pipes. Recommended by the IVth Congress of the ***International Association for Testing Materials,*** *held a Brussels, Sept. 3—6, 1906. London: E. & F. N. Spon, Ltd., New-York: Spon & Chamberlein.*

American Society for Testing Materials.

Univ. of Pennsylvania, Philadephia, Pa.

Standard Specifications.

Einheitliche Lieferungsbedingungen. — Conditions de réception normales.

---

1. Stand. Spec. for Structural Steel for Bridges, 1905. — Einh. Lfgsb. für Stahlmaterial für Brücken. — Cond de réc. norm. pour l'acier de construction pour ponts.
2. Stand. Spec. for Structural Steel for Ships, 1901. — Einh. Lfgsb. für Stahlmaterial für Schiffe. — Cond. de réc. norm. pour l'acier pour constructions navales.

---

*) Dans cette catégorie les publications parues avant Septembre 1906 ont été indiquées.

*) Hier wurden auch Veröffentlichungen berücksichtigt, die vor September 1906 erschienen sind.

*) Publications belonging to the time previous to September 1906 would be dealt with here.

Digitized by Google

3. Stand. Spec. for Structural Steel for Buildings, 1901. — Einh. Lfgsb. für Stahlmaterial im Hochbau. — Cond. de réc. norm. pour l'acier de construction pour bâtiments.
4. Stand. Spec. for Open-Hearth Boiler Plate and Rivet Steel, 1901. — Einh. Lfgsb. für Martinstahl-Kesselblech und Nietstahl. — Cond. de réc. norm. pour les tôles de chaudière en acier Martin.
5. Stand. Spec. for Steel Rails, 1907. — Einh. Lfgsb. für Stahlschienen. — Cond. de réc. norm. pour les rails en acier.
6. Stand. Spec. for Steel Splice Bars, 1901. — Einh. Lfgsb. für Stoßverbindungslaschen. — Cond. de réc. norm. pour les éclisses en acier.
7. Stand Spec. for Steel Axles, 1905. — Einh. Lfgsb. für Stahlachsen. — Cond. de réc. norm. pour les essieux en acier.
8. Stand. Spec. for Steel Tires, 1901. — Einh. Lfgsb. für Radreifen aus Stahl. — Cond. de réc. norm. pour les bandages en acier.
9. Stand. Spec. for Steel Forgings, 1905. — Einh. Lfgsb. für Schmiedestücke aus Stahl. — Cond. de réc. norm. pour pièces forgées.
10. Stand. Spec. for Steel Castings, 1905 — Einh. Lfgsb. für Stahlguß. — Cond. de réc. norm. pour des moulages d'acier.
11. Stand. Spec. for Wrought Iron, 1901. — Einh. Lfgsb. für Schmiedeeisen. — Cond. de réc. norm. pour le fer soudé.
12. Stand. Spec. for Foundry Pig Iron, 1904. — Einh. Lfgsb. für graues Roheisen. — Cond. de réc. norm. pour la fonte grise de moulage.
13. Stand. Spec. for Cast Iron Pipe and Special Castings, 1904. — Einh. Lfgsb. für Gußeisenrohre und Spezialguß. — Cond. de réc. norm. pour les tuyaux en fonte et l'acier spécial.
14. Stand. Spec. for Locomotive Cylinders, 1904. — Einh. Lfgsb. für Lokomotiv-Cylinder. — Cond. de réc. norm pour les cylindres de locomotives.
15. Stand. Spec. for Cast Iron Car Wheels, 1905. — Einh. Lfgsb. für Gußeisen-Räder. — Cond. de réc. norm. pour les roues de voiture en fonte.
16. Stand. Spec. for Malleable Castings, 1904. — Einh. Lfgsb. für schmiedbaren Guß. — Cond. de réc. norm. pour la fonte malléable.
17. Stand. Spec. for Gray Iron Castings, 1905. — Einh. Lfgsb. für Grauguß. — Cond. de réc. norm. pour les moulages de fonte grise.
18. Stand. Spec. for Cement, 1904. — Einh. Lfgsb. für Zement. — Cond. de réc. norm. pour le ciment.
19. Stand. Test for Fireproof Floor Construction, 1907. — Einh. Lfgsb. für feuerfeste Deckenkonstruktionen. — Essais normaux des planchers réfractaires.
20. Stand. Spec. for Structural Timber, 1907. — Einh. Lfgsb. für Bauholz. — Cond. de réc. norm. pour les bois de construction.

Vorlagen des „Deutschen Verbandes für Materialprüfungen der Technik".

Prescriptions de l'Ass. allemande pour l'essai des matériaux.
Standard Publications of the German Association for the Testing of Materials.

Groß-Lichterfelde W. 3.

Nr. 1. Grundsätze für einheitliche Materialprüfungen. 1900. — Principes pour l'unification des méthodes d'essai. — Principles for standardizing the methods of testing.

Nr. 2. Einheitliche Verfahren, um die Puzzolane auf ihren mörteltechnischen Wert zu prüfen. 1900. — Méthode normale pour l'essai

Digitized by Google

des puzzolanes au point de vue de leur valeur pour la fabrication des mortiers. — Standard methods for testing puzzolanas with the object of determining their value for mortar.

Nr. 23.*) Einheitliche Vorschriften für Oberbaueisen. 1904. — Prescriptions normales pour le matériel métallique de la voie. — Standard specifications for the permanent way iron material.

Nr. 24.*) Einheitliche Vorschriften für Bauwerkeisen (Eisenkonstruktionen für Brücken- und Hochbau). 1904. — Prescr. norm. pour le fer des charpentes métalliques. — Stand. spec. for bridge and building-construction iron

Nr. 25.*) Einheitliche Vorschriften für Schiffbaueisen. 1904. — Prescr. norm. pour le fer des constructions navales. — Stand. spec. for iron for shipbuilding.

Nr. 26.*) Einheitliche Vorschriften für Walzrohre. 1904. — Prescr. norm. pour les tuyaux laminés. — Stand. spec. for rolled steel pipes.

Nr. 27.*) Einheitliche Vorschriften für Draht. 1904. — Presc. norm. pour le fil d'acier. — Stand. spec. for steel wire.

Nr. 32. Grundsätze für die Prüfung von Mineralschmierölen, von Leuchtöl (Mineralöl), Gasöl, Putzöl, Benzin und Paraffin. 1907. Principes pour l'essai des lubrifiants minéraux, pétrole lampant, gazoline, huiles lourdes, benzine et paraffine. — Principles for the testing of mineral lubricating oils, lighting oil (mineral oil), gas-oil, polishing oil, benzine, and paraffine, 1907.

Nr. 35. Die Kerbschlagprobe. 1907. — L'essai au choc sur barreaux entaillés. — Impact tests on notched bars.

---

*) Als Vorarbeiten für die „Einheitlichen Vorschriften" sind folgende **Ergebnisse von Sammelarbeiten** erschienen, in welchen die wichtigsten Vorschriften aller großen Staaten für die Qualität, Prüfung und Abnahme von Eisen- und Stahlmaterial aller Art zusammengefaßt sind:

*) Comme préparation aux „Prescriptions normales", on a publié les **Résultats des travaux de documentation** ci-après, dans lesquels sont rassemblées les Prescriptions les plus importantes de tous les grands Etats relativement à la qualité, à l'essai et à la réception des matériaux de tout genre en fer et en acier:

*) As preliminary studies to the Standard specifications the following **"Results of Collecting Work"** have been published, in which the most important prescriptions of all great states for the quality, testing and inspecting of all kind of iron and steel are condensed:

Ergebnisse der Sammelarbeiten.

Résultats des travaux de documentation. — Results of Collecting Work.

Heft I—VIII.

Vorlage Nr. 5. — Heft I. Zur Einführung. — Introduction. — Introduction.
Vorlage Nr. 6. — Heft II. Rollendes Material. — Matériel roulant. — Rolling stock.
Vorlage Nr. 7. — Heft III. Schiffbaueisen. — Fer pour constructions navales. — Iron for shipbuilding.
Vorlage Nr. 8. — Heft IV. Kesselbleche. — Tôles à chaudière. — Boiler plates.
Vorlage Nr. 9. — Heft V. Walz- und Gußrohre. — Tuyaux en fer lamine et en fonte. — Rolled and cast pipes
Vorlage Nr. 10. — Heft VI. Telegraphen- und Telephondrähte. — Fils télégraphiques et téléphoniques. — Telegraph and telephone wires
Vorlage Nr. 11. — Heft VII. Oberbaueisen. — Matériel métallique de la voie. Permanent-way iron-material
Vorlage Nr. 12. — Heft VIII. Bauwerkeisen. — Fer pour charpentes métalliques. — Structural iron for bridges and buildings.

Digitized by Google

Publications of the Engineering Standards Committee.

28, Victoria Street, Westminster, London, S. W.

British Standard Specifications.

Einheitliche britische Lieferungsbedingnisse. — Conditions de réception normales pour la Grande-Bretagne.

Nr. 2. Spec. and Sections of British Standard Tramway Rails and Fishplates. 1903. — Bedingnisse und Querschnitte der einheitlichen Britischen Tramway-Schiene und -Lasche. — Cond. de réc. et section des rails et des éclisses norm. des tramvays.

Nr. 9. Brit. Stand. Spec. and Sections of Bull-headed Railway Rails. 1904. — Einh. brit. Lfgsb. und Querschnitte der Doppelkopf-Schiene. — Cond. de réc. norm. et section des rails à double champignons.

Nr. 11. Brit. Stand. Spec. and Sections of Flat-bottomed Railway Rails. 1905. — Einh. brit. Lfgsb. und Querschnitte der breitbasigen Schiene. — Cond. de réc. norm. et sections des rails à patin.

Nr. 12. Brit. Stand. Spec. for Portland Cement, 1907. — Einh. brit. Lfgsb. für Portlandzement. — Cond. de réc. norm. pour le Ciment Portland.

Nr. 13. Brit. Stand. Spec. for Structural Steel for Shipbuilding, 1906. — Einh. brit. Lfgsb. für Stahlmaterial für den Schiffsbau. — Cond. de réc. norm. pour l'acier des constructions navales.

Nr. 14. Brit. Stand. Spec. for Structural Steel for Marine Boilers, 1907. — Einh. brit. Lfgsb. für Stahlmaterial der Schiffskessel. — Cond. de réc. norm. pour l'acier des chaudières marines.

Nr. 15. Brit. Stand. Spec. for Structural Steel for Bridges and General Building Construction, 1906. — Einh. brit. Lfgsb. für Stahlmaterial der Brücken- und Hochbauten. — Cond. de réc. norm. pour l'acier de charpentes métalliques.

Nr. 16. Brit. Stand. Spec. and Tables for Telegraph Material, 1905. — Einh. brit. Lfgsb. und Tabellen für Telegraphenmaterial. — Cond. de réc. norm. et tables pour le matériel télégraphique.

Nr. 18. Forms of Standard Tensile Test Pieces, 1907. — Einheitliche Form des Zerreißprobestabs. — Dimensions des éprouvettes normales pour les essais de traction.

Nr. 24. Brit. Stand. Spec. for Material used in the Construction of Railway Rolling Stock, 1907. — Einh. brit. Lfgsb. für das Konstruktionsmaterial der Eisenbahn-Fahrbetriebsmittel. — Cond. de réc. norm. pour les matériaux de construction du matériel roulant des chemins de fer.

Nr. 29. Brit. Stand. Spec. for Ingot Steel Forgings for Marine Purposes, 1907. — Einh brit. Lfgsb. für Schmiedestücke aus Tiegelstahl für Schiffsbauzwecke. — Cond. de réc. norm. pour les pièces de forge en acier pour la construction navale.

Nr. 30. Brit. Stand. Spec. for Steel Castings for Marine Purposes, 1907. — Einh. brit. Lfgsb. für Stahlguß für Schiffsbauzwecke. — Cond. de réc. norm. pour les moulages d'acier pour la construction navale.

Nr. 31. Brit. Stand. Spec. for Steel Conducts for Electric Wiring, 1906. — Einh. brit Lfgsb. für elektrische Leitungen aus Stahl. — Cond. de réc. norm. pour les câbles conducteurs électriques en acier.

Nr. 32. Brit. Stand. Spec. for Steel Bars for use in Automatic Machines, 1907. — Einh. brit. Lfgsb. für Stahl zum Bau von automatischen Drehmaschinen. — Cond. de réc. norm. des barres d'acier pour machines automatiques à décolleter.

Digitized by Google

Nr. 33. Brit. Stand. Spec. for Carbon Filament Glow Lamps, 1906. — Einh. brit. Lfgsb. für den Kohlenfaden der Glühlampen. — Cond. de réc. norm. des filaments de charbon pour lampes à incandescence.

Nr. 35. Brit Stand. Spec. for Copper Alloy Bars for use in Automatic Machines, 1907. — Einh. brit. Lfgsb. für Stangenkupfer zum Bau von automatischen Drehmaschinen. — Cond. de réc. norm. des barres en laiton ou bronze pour machines automatiques à décolleter.

Association italienne pour l'étude des matériaux de construction. Italienischer Verband für das Studium der Baumaterialien. Italian Society for the Study of Building-Materials.

Méthodes d'essai normales des agglomérants hydrauliques. — Einheitliche Prüfungsverfahren für hydraulische Bindemittel. — Standard methods for testing hydraulic cements, 1906.

Prescriptions normales pour l'exécution des travaux en béton armé. — Einheitliche Vorschriften für Bauausführungen in Eisenbeton. — Stand. Prescr. for, 1906.

Règles générales pour l'essai des fers et des aciers. — Einheitliche Prüfungsverfahren für Eisen und Stahl. — Standard methods for testing iron and steel, 1907.

Prescriptions normales danoises. — Dänische Vorschriften.

Danish standard specifications.

1. Cond. de réc. norm. pour le fer de charpentes. — Einh. Lfgsbd. für Hochbaueisen. — Stand. Spec. for structural iron for buildings, 1898.

2. Cond. de réc. norm. pour le fer pour chaudières. — Einh. Lfgsbd. für Dampfkesselblech. — Stand. Spec. for boiler plates, 1898.

3. Cond. de réc. norm. pour les tuyaux en fonte et en fer forgé. — Einh. Lfgsb. für guß- und schmiedeeiserne Röhren. — Stand. Spec. for cast and wrought iron pipes, 1904.

4. Règles pour les constructions en béton armé. — Vorschriften für Eisenbetonbauten. — Prescriptions for reinforced concrete constructions, 1908.
Approuvées par la Société des Ingénieurs danois. — Angenommen vom Dänischen Ingenieurverein. — Approved by the Danish Society of Engineers.

5. Presc. norm. pour la réception et l'essai du ciment Portland. — Einh. Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Portlandzement. — Stand. Spec. and Methods of testing of Portland cement, 1889.
1.—4.: Approuvées par la Société des Ingénieurs danois, la Soc. acad. des Architectes et la Société Technique. — Angenommen vom Dänischen Ingenieurverein, dem akad. Architektenverein und dem Technischen Verein. — Approved by the Danish Soc. of Engineers, the Acad. Society of Architects, and the Technical Society.

Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Verein

Wien, I., Eschenbachgasse 9.

Prescriptions normales autrichiennes. — Austrian Standard Specifications.

Bestimmung für Belastung von Baukonstruktionen und für Beanspruchung von Baumaterialien, 1902. — Prescriptions relatives à la

Digitized by Google

charge des bâtiments et au travail des matériaux de construction — Rules for the permissible loading of Building Constructions and for the stressing of building materials, 1902.

Bestimmungen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement, 1907. — Prescr. norm. pour la réception et l'essai du ciment Portland. — Stand. spec. and tests of Portland cement, 1907.

Bestimmung für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Romanzement (Zementkalk), 1908. — Prescr. norm. pour la réception et l'essai du ciment romain. — Stand. Spec and tests of Roman cement (cement-lime), 1908.

Bestimmungen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Schlackenzement, 1908. — Prescriptions normales pour la réception et l'essai du ciment de laitier. — Standard specifications and tests of slag cement.

Bestimmungen für die einheitliche Benennung der zu Bauzwecken verwendeten hydraulischen Bindemittel. — Prescriptions pour l'unification de la nomenclature des mortiers hydrauliques employés dans la construction. — Standards for a uniform nomenclature for the hydraulic cements used for building purposes.

Schweizerische Normen. — Prescriptions Suisses. Swiss standards.

Einheitliche Normen für die Klassifikation und Prüfung der hydraulischen Bindemittel, 1901.

Aufgestellt von der Eidg. Materialprüfungsanstalt in Zürich und genehmigt von dem Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Verein und dem Schweiz. Zement-Fabrikanten-Verein.

Prescriptions normales pour la classification et l'essai des mortiers hydrauliques, 1901.

Editées par le Laboratoire fédéral d'essai des matériaux à Zurich et approuvées par la Société Suisse des Ingénieurs et Architectes et la Société Suisse des Fabricants de chaux et ciments.

Standard prescriptions for the classification and the testing of hydraulic cements, 1901.

Drawn up by the Federal Laboratory for Test. Mat. in Zurich and approved by the Swiss Society of Engineers and Architects and by the Swiss Society of lime and cement manufacturers.

II.

Publications dans les périodiques. — Veröffentlichungen in Zeitschriften. — Publications in Periodicals.

Essais de résistance sur les métaux. — Festigkeitsversuche an Metallen. — Strength-tests of metals.

Preuß, E. Das Verhalten von Materialien bei reiner Scherbeanspruchung. — La résistance des matériaux soumis exclusivement au cisaillement. — The resistance of materials exposed exclusively to shearing stresses. „Stahl u. Eisen", 21. Aug 1907.

Digitized by Google

Howard, J. E. Methods of testing metals by alternate strains, and thermic treatment of steels to increase their resistance. — Prüfungsmethode durch wechselnde Beanspruchung und Wärmebehandlung von Stahl zur Erhöhung dessen Festigkeit. — Méthode d'essais par efforts alternatifs et traitement thermique des aciers pour augmenter sa résistance. „Eng. Rec", Sept. 22, 1906.

Mesnager, A. Essais de rivets soumis à des efforts alternatifs. — Festigkeitsproben an Nieten bei wechselnder Beanspruchung. — Testing rivets by alternate strains. „Réun. d. m. franç. et belges," 1er déc. 1906.

Mesnager, A. Rivetage en acier spécial. Expériences et comparaison avec l'acier ordinaire — Festigkeitsproben mit Nieten aus Spezialstahl und gewöhnlichem Stahl. — Tests on special and ordinary steel rivets. „Ann. d. Ponts et Ch.," 1906. III, p. 114

Howard, J. E. Notes on the endurance of steels under repeated alternate stresses. — Festigkeit von Stahl unter wechselnden Beanspruchungen. — Essais de résistance de l'acier aux efforts alternatifs. „Am. Soc. Test. Mat.", 1907.

Hort, D. H. Untersuchung über die Spannungserhöhung bei Wiederholungsversuchen. Einfluß der Festigkeitsmaschine auf die Gestalt des labilen Fließgebietes im Spannungsdiagramm. — Recherche sur l'élévation de la tension par essais répetes. Influence de la machine d'essai sur la zône de déformation permanente. — Investigations into the increase of tension caused by the repitition of tests. Influence of the repetition of tests on the form of the unstable region of flow in the tension diagram. „Z. V. D Ing.", 29. Dez. 1906.

Preuß, E. Ergebnisse neuerer Dauerversuche an Metallen von Smith und Gardner. — Resultats des essais de résistance par Smith et Gardner sous des efforts répétés d'extension. — Smith and Gardner's tests of resistance under repeated strains. „Dingl. P. J.", 16. u. 23. Februar und 2. März 1907.

Hancock. Einfluß des wechselweisen Verdrehens auf die elast. Eigenschaften von Metallen. — Influence de la torsion alternative sur les propriétés élastiques des métaux. — Influence of alternating twisting strains on the elastic properties of steel. „Dinglers P. J.", 10. Okt. 1906.

Stromeyer, C. E. Brittleness in Steel and Fractures in Boiler Plates. — Versuche über Brüchigkeit von Stahl und Bruch von Kesselblechen. — Sur la fragilité de l'acier et la cassure des tôles de chaudières. „Iron Age", Nov. 22, 1906. „Mechanical Engineer," Oct. 13, 1906.

Arnold. Brittleness of mild steel. — Die Brüchigkeit von Flußstahl. — De la fragilité de l'acier doux. „Prac. Engr.", Oct. 26, 1906.

Straube. Der Bruch eines Kesselbodens bei der Wasserdruckprobe. — Rupture d'un fond de chaudière à l'épreuve hydraulique. — Collapse of a boiler end under the hydraulic test. „Z. d. Dampfkesselunt. u. V. G.", 1906, Nr. 8.

Bach, C. Aufreißen eines Kesseldomes bei der Druckprobe. — Eclatement d'un dôme de chaudière à l'épreuve hydraulique. — Bursting of a boiler dome under the pressure-test. „Z. V. D. Ing.", 23. März 1907.

Zur Frage der Rißbildung in Kesselblechen. (Meinungsäußerung zu Bachs Versuchen.) — La fissuration des tôles de chaudière. (A propos des essais de Bach.) — On the question of the formation of cracks in boiler-plates. (Expression of opinion on Bach's tests.) „Stahl u. Eisen". 3. Juli 1907.

Digitized by Google

Bach, C. Untersuchung eines im Betrieb aufgerissenen Kupferrohres. — Etude d'un tuyau de cuivre éclaté en service. — Investigation on a copper pipe which burst in working. „Z. V. D. Ing.", 19. Oktober 1907.

Versuche mit alten Kesselblechen. — Essais sur de vieilles tôles de chaudières. — Tests on old boiler plates.
„Z. Dampfk. u. Maschbetr.", 22. Nov. 1907.

Stromeyer, C. E. The ageing of mild steel. — Versuche über den Einfluß des Alters auf Flußstahl. — Le vieillissement de l'acier doux.
„Engng.". Mai 31, 1907, „Iron and Steel Inst.", June 7, 1907, „Am. Mach.", July 13, 1907.

Stromeyer, C. E. Further experiments on the ageing of mild steel. — Weitere Versuche über das Altern des Flußstahls. — Essais ultérieurs sur le vieillissement de l'acier doux.
„Iron and Steel. Inst.", vol. 3. 1907, „Engng.", 13. Dez. 1907.

Dudley, P. A. Mechanical experiences with limber and stiff rail sections. (With discussion.) — Erfahrungen mit schwachen und steifen Schienenprofilen. — Expériences sur des rails à section faible et forte.
„Am. Soc. Test. Mat." 1907.

Christie. Physical characteristics of cast iron. — Physikalische Eigenschaften des Gußeisens und die Größe des Gußstückes. — Les propriétés physiques de la fonte de moulage. „Iron Age." 19. Sept. 1907.

Fish, E. H. Tests of Cast Iron Beams. — Versuche mit Gußeisenstäben. — Essais sur poutres en fonte. „Jour. Worcester Polyt. Inst.", Nov. 1907.

Campbell, A. On the testing of cast iron and other materials by the Ewing permeability bridge. — Die Erprobung von Gußeisen und anderen Materialien auf magnetische Permeabilität. — Essais de perméabilité magnétique sur la fonte et autres matériaux par le pont d'Ewing.
„Nat. Phys. Laboratory" vol. II. 1907. (Proc. Inst. Elec. Eng., vol. 36, pp 220.)

Cook, F. J. Tensile testing of Cast Iron. — Zerreißproben von Gußeisen. — L'essai de résistance de la fonte à la traction.
„Pract. Eng.", Apr. 1907, „Mech. Engn.", Apr. 1907.

Wüst, F. Untersuchungen über Festigkeitseigenschaften und Zusammensetzung des Tempergusses. — Recherches sur la résistance et la composition de la fonte en coquille. — Investigations on the resistance and texture of chilled cast iron. „Eisen-Zeitung", 9., 16. u. 23. März 1907.

Adam, Mc. Test of a cast steel beam. — Proben mit Stahlguß. — Essai d'une poutre en acier fondu. „Eng. News.", Aug. I, 1907.

Hempelmann. Versuche über Torsion rechteckig prismatischer Stäbe. — Essais de torsion sur barres rectangulaires et prismatiques. — Tests on rectangular prismatic bars. „Dinglers Polyt. J.", 7., 14. Dez.

Gratama, B. M. Materialversuche mit breitflanschigen Differdinger B-Profil-Trägern. — Essais sur des poutrelles à larges ailes de Differdange. — Tests with broad flanged. Differding B section girders.
„De Ingeniör", 1907. S. 37. „Baumaterialienkunde", 1., 15. Aug. 1907.

Goodmann, J. An experimental investigation of the maximum stresses in loaded crane hooks. — Versuche über die maximale, bei Belastung eines Krahnhakens erreichbare Dehnung. — Recherche experimentale de la tension maxima qui peut se produire en charge dans les crochets de grues. „Proc. Inst. Civ. Eng.", Nr. 3655.

Goodenough, G. A. and Moore, L. E. The strength of chain links. — Beanspruchung von Kettengliedern. Theorie und Versuche. — Résistance des maillons de chanes. „Univers. Ill. Bull.", Sept. 18, 1907.

Iterson, F. K. Th. van. Torsion des ressorts à boudin. — Durchbiegung von Spiralfedern. — Flexure of helical springs. „De Ingenieur", 1906. S. 971.

Digitized by Google

Pinegrin, W. Versuche über den Zusammenhang von Biegungsfestigkeit und Zugfestigkeit bei Gußeisen. — Essais sur le rapport entre la résistance à la flexion et celle à la tension de la fonte. — Experiments on the relation between the breaking stress and the tensile stress of cast iron. „Z. V. D. Ing.", 15. Dez. 1906.

Hannover, H. I. Experimental technology of deformation of metals and its application to metal-working processes. — Versuche über die Formänderung der Metalle und deren Bearbeitung. — Etude expérimentale de la déformation des métaux et application à leur travail. „Am. Mach." Aug. 25. — Oct. 13, 1906.

Mallock, A. The relation between breaking stress and extension in tensile tests of steel. — Zusammenhang zwischen Bruchfestigkeit und Dehnung bei Zerreißproben mit Stahl. — Rapport entre la charge de rupture et l'allongement de l'acier. „Mech. Wld.", Feb. 1, 1907.

Hancock, E. L. The effect of combined stresses on the elastic properties of steel. — Über den Einfluß zusammengesetzter Spannungen auf die elastischen Eigenschaften von Stahl. — Sur l'influence des tensions composées sur les propriétés élastiques de l'acier. „Am. Soc. Test. Mat." 1907. „Dinglers Polyt. J." 23. März 1907.

Sankey, H. R. Hand bending tests on steel. (Comparative tests.) — Vergleichs-Biegeproben mit Stahl. — Les essais à la flexion répétée. (Résultats d'essais comparatifs. „Engng." Dec. 20, 27, 1907.

Ostenfeld, A. Belastungsproben mit einer eisernen Dachkonstruktion. — Essais de charge d'une charpente de toiture en fer. — Loading tests on an iron roof-structure. „Ingeniören" 1906, S. 321.

Gottlob. J. Über Stahldrahtseile. — Sur des câbles en fils d'acier. — On steel wire ropes. „Ingeniören" 1906, S. 289 u 318.

Richter. Erfahrungen beim Bau einer Uferbefestigung aus Eisenfachwerk, insbesondere bezüglich Brüchigkeit und Schweißbarkeit des Flußeisens. — Expérienses dans la construction de l'ancrage métallique d'une digue, sur la fragilité et la soudabilité de l'acier doux. — Experiences with the construction of a steel framework bank defence, in particular as to the brittleness and weldability of the steel. „Ztrlbl. d. Bauv." 10. April 1907.

Lanza G. Compressive and transverse tests of steel connecting-rods. — Druck- und Scherproben von Brückenkettengliedern. — Essais de compression et essais transversaux sur des entretoises en acier. „Am. Soc. Test. Mat.", 1907.

Hancock, E. L. Tests of staybolts and staybolt iron. — Versuche an Stehbolzen. — Essais sur entretoises. „Am. Soc Test. Mat.", 1907.

Mc. Kibben, Frank. Tension tests of steel angles with various types of end-connection. — Zugversuche mit Winkeleisen und verschiedenen Nietverbindungen. — Essais de résistance à l'extension de cornières d'acier avec différents modes d'attache. „Am. Soc. Test. Mat.", 1907. „Eng. News.", Aug. 22, 1907.

Buchanan, C. P. A series of failure tests of full size compression members. — Versuche an Druckstäben von Brücken. — Essais à refus sur des membrures de ponts travaillant à la compression. „Eng. News.", Dec. 26, 1907.

Stewart, T. Pressures on lap-welded steel tubes. — Druckversuche an überlappt geschweißten Stahlrohren. — Essais de compression sur tubes d'acier soudé à recouvrement „Proc. Am. Soc. Mech. Eng.", May, 1907

Carman, P. Resistance of tubes to collapse. — Widerstand der Röhren gegen Knickung. — Résistance des tubes à l'écrasement. „Univ. Ill. Bul. No. 5", 1906. Eng. Rev., N. Y.", Nov., 1906.

Digitized by Google

Carr, M. L. Resistance of tubes to collapse. Test machine diagram of results. — Knickversuche mit Röhren (Probemaschine und Versuchsergebnisse). — De la résistance des tubes à l'écrasement. Machine d'essai, diagramme de résultats. „Am. Mach", Dec. 22. 1906.

Emperger, F. v. Drei Versuche mit Eisensäulen. — Etude sur trois expériences faites sur des colonnes en fer. — Three tests of iron columns. „Beton und Eisen", April 1907.

Goodman, J. The Strength and Elasticity of White Metal. — Festigkeit und Elastizität von Weißmetall. — Résistance et élasticité du métal blanc. Engng. Sept. 21, 1906.

Gulliver. Deformation in metals. — Zerreißversuche an Aluminiumprobestücken. — Essais de tension sur des éprouvettes en aluminium. „Proc. Inst. Mech. Eng.", 1907, Vol. I, II.

Pont, B. de. Tests of some brass and bronze bars. — Versuche an Messing und Bronzestäben. — Résultats d'une série d'essais méc. et phys. de barres en bronze et en laiton. „Foundry", Sept., 1907.

Chree, C. Stress in magnetised iron. — Zugspannungen im magnetisierten Eisen. — Des tensions développées dans le fer magnétisé. „Nature", Sept. 27, 1906.

Watertown Arsenal. Mandrel tests — Shot and shell — Steel for comparison of testing machines — Miscellaneous steels; tensile and bending tests and chemical analysis — Steel wire — Curb bits and stirrups — Monel metal — Frictional resistance test of copper band-metal. — Copper cylinders for pressure gauges — Experiments with lead cylinders — Wheels for field carriages and limbers — Railroad Material. — Endurance of rotating shafts. = Dornproben — Geschosse und Panzerplatten — Stahlproben zum Vergleich von Prüfungsmaschinen — Verschiedene Zug- und Biegeproben und chem. Analysen — Stahldrahtproben — Bügel und Steigbügel — Monel Metall — Reibungswiderstände von kupfernen Führungsbändern — Kupfercylinder als Druckmesser — Versuche mit Bleicylindern — Räder für Feld- und Protzwagen — Eisenbahnmaterial — Widerstand von rotierenden Wellen. = Essais de mandrinage — Projectiles et blindages — L'acier pour la comparaison des machines d'essai — Divers essais d'aciers à la traction et à la flexion et analyse chimique — Fils d'acier — Etriers — Métal Monel — Essai de résistance par frottement de ceintures en cuivre-crushers en cuivre — Expériences avec des crushers en plomb — Roues pour voitures et avant-trains de campagne. — Matériel de chemin de fer — Endurance des arbres de rotation. Rep. Watertown Arsenal, 1907 (Tests).

Méthodes d'essais physiques des métaux (à l'exclusion de la micrographie).

Physikalische Prüfungsverfahren für Metalle (excl. Mikroskopie).

Physical Testing Methods for Metals (Microscopic test excluded).

The Testing of Copper by the Consumer. (Explains electr. test for the determination of the purity of copper, describing the method in detail.) — Elektr. Prüfung von Kupfer bei der Übernahme. — L'essai électr. du cuivre par l'acheteur. „Brass World", Jan., 1907.

Buskett, W. Assay of zinc. — Zinkprüfung. — Essai du zinc. „Mines and Min." Nóv., 1907.

Hollard & Bertiaux. Industrial analysis of zinc. — Analyse industrielle du zinc. — Prüfung von Zink für Industriezwecke. „Ming. Jour.", Oct. 6, 1906.

Digitized by Google

Souther, Henry. The White-Souther endurance-test specimen. — White Southers Probestück für Dauerversuche. — Les essais de flexion répétée de White Souther. „Am. Soc. Test Mat.", 1907, „Eng. Rec.", July 20, 1907.

Jüngst. Zur Frage der Prüfung des Gußeisens. Bericht über die Arbeiten des Vereines deutscher Eisengießer. — La question de l'essai des fontes. — The testing of cast iron. „Gießerei-Ztg.", 1. Nov. 1906.

Job, Rob. Iron castings. Some causes of failure in service. — Eisenguß und seine Mängel in der praktischen Verwendung. — Moulages de fonte; quelques causes de défectuosité en service. „Am. Soc. Test Mat.", 1907, „Foundry", Aug., 1907.

Mc. Adam, J. V. Test of cast steel beam — Eine Versuchsmethode für Stahlguß. — Une méthode d'essai de l'acier moulé. „Eng. News", 1. Aug., 1907.

May, W. J. Casting test-bars in iron — Über Probestäbe für Gußeisen. — La fabrication des éprouvettes de fonte. „Prac. Engr.", Nov. 1, 1907.

Preliminary work on apparatus for testing cast-iron plates — Über die Vorsichtsmaßregeln bei Prüfung von Gußeisenplatten. — Précautions à prendre pour l'essai des plaques de fonte. Appareils auxiliaires. „Harvard Eng. Journ.", Nov., 1907.

Gessner, A. Über die Beanspruchung freiaufliegender Träger durch Stoß mit Berücksichtigung der Schlagbiegeprobe für Gußeisen. — Résistance aux chocs d'une poutre reposant librement sur deux appuis. Les épreuves de flexion au choc de la fonte. — Shearing strains in freely suspended cast iron beams under deflection tests. „Z. ö. I. u. A.-V." Nr. 43, 1906.

Leber. Über den gegenwärtigen Stand der Schlagbiegeprobe mit eingekerbten Stäben. — Les essais actuels au choc sur barreaux entaillés. — The actual status of the impact test on notched bars. „Stahl u. Eisen", 31. Juli, 7. August 1907.

De Maupeou d'Ableiges. Essais de choc. — Schlagproben. — Impact tests. „Réun. d. m. franç. et belg." 1er Déc. 1906.

Simonot, Charpy, A. le Chatelier, Derihon, Maynard. Observations au sujet des essais de fragilité sur barreaux entaillés. — Betrachtungen über Brüchigkeit eingekerbter Stäbe. — Remarks relating to fragility-tests on notched bars. „Réun. d. m. franç. et belg." 1er Juin 1907.

Ehrensberger, Dr. Die Kerbschlagprobe im Materialprüfungswesen. — Les essais au choc sur barreaux extaillés. — Testing materials by impact on notched bars.

Die Kerbschlagprobe im Materialprüfungswesen. — Essais au choc sur barreaux entaillés. — Impact tests on notched bars. „Stahl und Eisen", 11. und 18. Dez. 1907. „Z. V. D. J." 14. u. 28. Dez. 1907, „Stahl u. Eisen" 11. Dez. 1907.

Stribeck, R. Prüfverfahren für gehärteten Stahl unter Berücksichtigung der Kugelform. Prüfungsergebnisse. Elastische und bleibende Formänderungen. — Essais de l'acier trempé au point de vue de la sphéricité. — The testing of hardened steel with special relation of spherical bodies. „Z. V. D. J." 14. u. 28. Sept. 1906.

Mesnager, A. Recherches sur les indications données par la bille de Brinell. — Über die mittels der Kugeldruckproben gewonnenen Angaben. — On the results obtained with the Brinell ball-pressure test. „Réun. d. m. franç. et belg." 23 mars 1907.

Ludwik, P. Über Härtebestimmung mittels der Brinellschen Kugeldruckprobe und verwandter Eindruckverfahren. — La détermination de la dureté par la bille de Brinell et les méthodes d'impact. — On the determination of hardness by the Brinell ball-pressure test and allied indentation methods. „Z. d. öst. I. u. A. V.", 15. März 1907.

Digitized by Google

Gessner, A. Härtebestimmung mittels der Ludwikschen Kegelprobe unter Stoßwirkung. — Essais de résistance au choc du moyen du cône de Ludwik. — Resistance to shock. Tests by means of the Ludwik cone. „Z. d. öst. I. u. A. V." 15. Nov. 1907.

La mesure de la dureté des métaux par la méthode de M. Ballentine. — Härtebestimmung von Metallen nach der Methode Ballentine. — The Ballentine method of measuring the hardness of metals. „Génie Civil" 26 Oct. 1907.

Leon, A. Über die Beziehung der Kegeldruckhärte zur Streckgrenze bei Eisen und Stahl. — Rapport entre la résistance à l'empreinte de billes et la limite élastique du fer et de l'acier. — Relation between the resistance to the ball test and the limit of tension of iron and steel. „Stahl u. Eisen", 11. Dez. 1907.

Malström, R. Versuche mit Gußeisen über den Einfluß des Kugeldurchmessers und des Druckes bei der Brinellschen Methode der Härtebestimmung. — Influence du diamètre de la bille et de la pression sur la détermination de la dureté de la fonte par la méthode Brinell. — Influence of the diameter of the ball and of the pressure respectively on the determination of the hardness of cast iron by the Brinell method. „Dingl. P. J.", 19. Jan. 1907.

Guillet, L. Les Méthodes modernes d'essais méc. de produits métallurgiques. — Neue mechanische Prüfungsverfahren für Metalle. — Modern methods of mechanical testing of metallurgical products. „Revue Gén. des Sci.", 15 août 1907.

Simonot. Reflexions au sujet du Congrès de Bruxelles. (Sur les méthodes d'essai des métaux.) — Über Metallprüfung auf dem Brüsseler Kongreß. — On testing metals discussed at the Brussels Congress. „Réun. d. m. franç. et belg.", 23 févr. 1907.

Breuil P. Nouveaux mécanismes et nouvelles méthodes pour l'essai des métaux. — Neue Einrichtungen und Verfahren zur Prüfung von Metallen. — Modern apparatus and methods for testing metals. „Rev. de Méc.", Avril 1907 — Juillet 1908.

Panetti, M Méthodes d'essai des métaux — Prüfungsverfahren bei Metallen. — Methods of tests of metals. „Ass. ital. per gli studi sui mat. da costr.", 1907.

Lambert, W. J. A method of measuring the extension of test-pieces under tensile stress. — Methode zur Dehnungsmessung bei der Zerreißprobe. — La mesure de l'allongement dans les pièces soumises à la traction. „Proc. Inst. Civ. Eng.", vol. III., 1906—1907.

Preuß, E. Die Prüfung von Röhren auf äußeren Überdruck. — Essai de résistance des tuyaux aux pressions extérieures. — Tests on the resistance of pipes to external pressure. „Stahl u. Eisen", 18. Dez. 1907.

Fortin, P. R. The testing of iron electrically and magnetically for commercial purposes. — Die Prüfung von Eisen in elektrischer und magnetischer Beziehung für Handelszwecke. — L'examen commercial du fer au point de vue électrique et magnétique. „Electr. Eng.", March 22 1907.

Burgess, G. K. Melting points of the iron group elements determined by a new radiation method. — Bestimmung der Schmelzpunkte der Eisengruppe mittels eines neuen radiometrischen Verfahrens. — Détermination des points de fusion des éléments du groupe du fer par radiation. „Bureau of Stand", vol. 3, Nr. 3 1907.

Murdoch, W. H. E. The magnetic testing of iron. — Prüfung der magnetischen Eigenschaften des Eisens. — Essai des propriétés magnétiques du fer. „El. Rev. London", Nov. 4, Dec. 6 1907.

Digitized by Google

Sore, F. The spark method for grading steels. — Beurteilung der Stahlbeschaffenheit aus der Art der Funkenbildung beim Erhitzen. — Determination de la qualité d'un acier par les étincelles qu'il donne au chauffage. „Am. Mech.", August 31, 1907.

Mariani. L'essai des aciers à la combustion par la nature des étincelles, qu'ils émettent. — Erprobung des Stahles durch Funken, die er beim Erhitzen bildet. — The testing of steel by the spark method. „Rev. Min.", Dec. 1907.

La classification des fers et aciers par l'observation de leurs étincelles. — Beurteilung von Stahl auf Grund der Funkenbildung beim Erhitzen — The spark method of grading steels. „Génie civil", 14. Dec. 1907.

Stokes H. N. and Cain J. R. On the colorimetric determination of iron with special reference to chemical reagents. — Colorimetrische Eisenbestimmung mit besonderer Rücksicht auf ihre chemische Reagenz. — Détermination colorimétrique du fer et les réactifs chimiques. „Bur. Stand.", Vol. 3, Nr. 1, 1907.

Hönigsberg, O. Einrichtung für Versuche an beanspruchten durchsichtigen Körpern in polarisiertem Licht. — Dispositif pour l'essai des corps transparents dans la lumière polarisée. — Apparatus for the testing of transparent bodies under tension in polarised light. „Z. d. öst. Ing. u. A. V.", Nr. 35, 1906.

Boyer-Guillon, Auclair et Laedlein. Manière de mesurer les pertes de chaleur des enveloppes calorifuges. — Messung der Wärmeverluste bei Wärmeschutzmitteln. — The measurement of the loss of heat in jackets. „Lab. d'Ess. Cons. A. M.", Bull. 7, 1906.

Methodes d'essai chimiques des métaux. Chemische Prüfungsverfahren der Metalle. Methods of Chemical Testing Metals.

Chesneau. Sur quelques causes d'erreur dans le dosage. — Über einige Fehlerquellen in der analytischen Untersuchung. — On some sources of error in analyses. „Comptes Rend. de l'Ac. des Sciences", Oct. 28, 1907.

Carr, W. M. Steel castings; chemical analyses and physical tests. — Chemische und physikalische Untersuchung des Stahlgusses. — Les moulages d'acier; leur analyse chimique et leur essai physique. „Mech. Wld.", Oct. 5, 19, 1906.

Reinhardt, C. Über den Einfluß der das Eisen begleitenden fremden Metalle auf die Eisentitration. — Influence des métaux étrangers sur le dosage du fer. — On the influence of the metallic concomitants of iron on the titration of the latter. „Stahl u. Eisen", 8. April 1908.

Report of Committee on Standard Methods for the analysis of iron. — Bericht des Komitees über die Vereinheitlichung der Eisenanalyse. — Rapport du comité de l'A. F. s. A. sur l'unification des méthodes pour l'analyse du fer. „Iron Trades Rev.", June 6, 1907. „Foundry", July 1907.

Buskett, N. Assay of iron. — Beschreibung der Permanganat- und Bichromanat-Methoden. — Essai du fer. Méthodes au permanganate et au bichromate. „Mines und Min.", Dec. 1907.

Hinrichsen, F. W. Über die Bestimmung von Wolfram und Chrom im Stahl. — Le dosage du tungstène et du chrome. — The determination of tungsten in steel in presence of chromium. „Mitt. Kgl. Matprfgsamt.", 1907, 6. Heft. „Stahl u. Eisen", 2. Okt. 1907.

Digitized by Google

Dussier. Zur Bestimmung des Schwefels im Eisen. — Note sur le dosage du soufre dans le fer. — The determination of sulphur in iron. „Stahl u. Eisen", 23. Jänner 1907.

Hinrichsen, D. F. W. und Bauer, O. Zum mikro-chemischen Nachweis von Schwefel, Selen und Tellur im Kupfer. — Reconnaissance micro-chimique du soufre, du selenium et du tellure dans le cuivre. — Concerning the micro-chemical determination of sulphur, selenium, and tellurium in copper. „Mitt. kgl. Matprfgsamt", 1907, 3. Heft.

Hinrichsen, F. W. Über die Phosphorbestimmung im Stahl. — Le dosage du phosphore dans l'acier. — The estimation of phosphorus in steel. „Mitt. kgl. Matprfgsamt", 1907, 6. Heft.

Morgan, J. J. The estimation of phosphorus in steel and iron. — Rasche Bestimmung des Phosphorgehaltes in Eisen und Stahl. — Dosage accéléré du phosphore dans le fer et l'acier. „Prac. Engr.", Aug. 16, 1907.

Butler, P. The Knorr methode of determinig arsenic and antimony in refined copper. — Die Knorrsche Methode des Arsenik und Antimons. (Bestimmung in raffiniertem Kupfer). — Methode Knorr de dosage de l'arsenic et de l'antimoine dans le cuivre raffiné. „Min. Rep.", Nov. 8, 1906.

Rothe, J. Zur quantitativen Untersuchung von organischen Stoffen auf Metalle. — Dosage des métaux dans les matières organiques. — On the quantititive analysis of metals in organic substances. „Kgl. Matprfgsamt", 1907, 3. Heft.

Knorre, G. v. Über die Manganbestimmung bei Anwesenheit von Wolfram. — Le dosage du manganèse en présence du tungstène. — The determination of manganese in presence of tungsten. „Stahl u. Eisen", 13. März 1907.

Chesneau. Dosage volumétrique du manganèse. — Volumetrische Manganbestimmung. — Volumetric analysis of manganese. „Rev. de metall.", Févr. 1907.

Gooch, F. A. and Newton, H D. A method for the estimation of iron in presence of titanium. — Bestimmung des Eisens in Gegenwart von Titan. — Dosage du fer en présence du titane. „Am. Jour. of Sci.", May 1907.

Knorre, G. v. Über die Chrombestimmung im Stahl, insbesondere bei Anwesenheit von Wolfram. — Le dosage de chrome dans l'acier en présence du tungstène. — The estimation of chrome in steel in presence of tungsten. „Stahl u. Eisen", 28. Aug. 1907.

Hannack. Chrombestimmung im Spezialchromstahl. — Le dosage du chrome dans l'acier du chrome. — The determination of chrome in chrome-steel. „Stahl und Eisen", Bd. 27, S. 143.

Gallo. Analyse von Eisenprodukten mit hohem Chromgehalt. — Analyse des ferro-chromes. — Analysis of ferric products with high percentages of chromium. „Atti. R. Ac. dei Lincei", vol. 16, p. 58.

Dougherty. The rapid determination of nickel in steel. — Rasche Verfahren zur Bestimmung des Nickelgehaltes im Stahl. — Dosage accéléré du nickel dans l'acier. „Iron. Age.", Apr. 25, 1907.

Knorre, G. v. Über die Wolframbestimmung im Wolframstahl. — Le dosage du wolfram dans l'acier au tungstène. — The determination of wolfram in tungsten steel. „Stahl u. Eisen", 15. Dez. 1906.

La méthode d'analyse thermique du prof. Tamann et les recherches sur la constitution des alliages de l'Université de Göttingen. — Analytisch-thermische Untersuchungen Prof. Tamanns und die Unter-

Digitized by Google

suchungen über Legierungen der Universität Göttingen. — The thermic method of analysis of Prof. Tamann and the researches on the constitution of alloys at the Univ. of Göttingen. „Rev. de Metall.", août 1907

Sperry, S. Disintegration of aluminium alloys. — Analyse der Aluminiumlegierungen. — Analyse des alliages d'aluminium. „Brass. Wld.", March. 1907.

Gooch, F. A. and Heath, F. H. The jodometric determination of Copper. — Jodometrische Bestimmung des Kupfers. — Dosage iodométrique du cuivre. „Am Jour. of Sci.", July 1907.

Appareils pour les essais mécaniques et chimiques des métaux. Hilfsmittel der mechanischen und chemischen Prüfung der Metalle. Aids to the mechanical and chemical Testing of the Metals.

Pendelhammer für Schlagbiegeversuche an eingekerbten Stäben. — Marteau-pendule pour essai au choc de barreaux entaillés. — A pendulum hammer for the impact testing of notched bars. „Stahl u. Eisen", 15. Nov. 1907.

Materialprüfungsmaschine mit Stoßwirkung. — Machine de Seaton & Jude pour l'essai des matériaux au choc. — The Seaton & Jude impact testing machine. „Stahl u. Eisen", 1. Okt. 1906.

Hatt, W. R. und Turner, W. P. The Purdue University impact machine. — Maschine für Schlagproben der Purdue-Universität. — Mouton à essayer les matériaux au choc. „Am. Mach.", Oct. 6, 1906.

Page, L. W. A new impact machine. — Eine neue Maschine für Schlagproben. Une nouvelle machine pour l'essai au choc. „Am. Soc. Test. Mat.", 1907. „Eng. Rec.", July 6, 1907.

Machine à essayer les métaux aux chocs répétés. — Maschine zur Erprobung von Eisen auf Schlag. — A repeated-impact testing machine. „Génie Civil , Mars 2, 1907.

Breuil, P. Nouveaux mécanismes et nouvelles méthodes pour l'essai des métaux. — Neue Maschinen und Verfahren für Metallprüfung. — New machines and methods for the testing of metals. „Rev. Méc.", 30. Avril—31 déc. 1907.

Moore, H. F. An Instrument for measuring deformation in tests of materials. — Vorrichtung, die Formänderung bei der Materialprüfung zu messen. — Instrument pour mesurer la déformation dans l'essai des matériaux. „Am. Soc. Test. Mat.", 1907.

Capp, J. A. Multiplying dividers for locating yield-point. — Multiplikator zur genaueren Bestimmung der Fließgrenze. — Amplificateur pour déterminer la limite élastique. „Am. Soc. Test. Mat.", 1907.

Sankey's workshop testing machine. Constructed by Messrs. L. Casella & Co., London. — Sankey's Schnell-Biege-Prüfungsmaschine. — Machine enregistreuse à essayer les barreaux par flexion.
„Engng.", Feb. 15, 1907. „Génie civ.", 8. Juin 1907. „Stahl u. Eisen", 15. Nov. 1906. „Z. V. D. Ing.", 6. Apr. 1907.

10.000 lb. torsion testing machine at Woolwich Polytechnic. — Maschine zur Erprobung der Torsionsfestigkeit am Polytechnikum in Woolwich. — Machine de l'école de Woolwich pour l'essai des matériaux par torsion. „Prac. Engr.", March 1, 1907.

Digitized by Google

Ein neues Meßmikroskop (für Kugeldruckproben). — Nouveau microscope pour la mesure des empreintes de billes dans le procédé d'essai au choc de Brinell. — New microscope for measuring the impressions of the balls in the Brinell method of impact testing. „Stahl u. Eisen", 15. Nov. 1906.

Machines and measuring instruments for the Brinell hardness test. — Maschinen und Apparate für die Brinell'sche Kugeldruckprobe. — Machines et instruments de mesure pour les essais par empreinte de billes Brinell. „Am. Mach.", May 18, 1907.

Ballentine, W. J. Testing hardness of metals and materials. (A new form of impact-testing instrument.) — Neues Schlagprobeverfahren. — Nouveau procédé d'essai au choc des métaux et matériaux. „Am. Mach.", June 1, 1907.

Shore, F. Ein Skalen-Apparat zur Prüfung der Härte von Metallen. — Instrument à échelle pour déterminer la dureté relative et absolue de tous metaux et de l'acier trempé. — An instrument for testing hardness. „Ztschr. öst. Ing. u. Arch. Ver.", 15. Nov. 1907. „Am. Mach. Nov. 30, 1907.

Hydraulic diaphragm testing-machines. — Versuchsmaschinen mit Druckwasser besonders jene von Martens — Machines hydrauliques enregistreuses pour l'essai des matériaux. „Engng.", Dec. 27, 1907.

Larard, C. E. An electrically controlled simple-lever testing machine and some torsion tests. — Eine elektrisch registrierende Hebelmaschine für Zug, Druck und Drehung. — Machine à essayer les métaux par torsion, traction, compression et pliage, à commande électr. „Proc. Inst. Mech. Engrs.", July 1907. „Engineer Ld.", Aug. 2 u. 9, 1907.

Wicksteed. Large testing-machines in South-Wales 1829—1906. — Große Prüfungsmaschinen in South-Wales. — Grandes machines d'essai de la Galles du Sud. „Proc. Inst. Mech. Eng." 1906, Bd. 3—4.

Neuere Material-Prüfungsmaschinen. — Nouvelles machines à essayer les métaux, système Riehlé Bros. de Philadelphie. — New metal-testing machines constructed by Riehlé Bros., Philadelphia. „Gießerei Zg.", 15. Juni 1907. »Z. Dampfk. u. Maschbtr.", 14. Aug. 1907.

The Krupp machine for testing cast-iron. — Prüfungsmaschine der Fr. Krupp A. G. Grusonwerk. — Machine à essayer les fontes des établissements Krupp A. G. Grusonwerk. „Holdert's Weekblad", 4. Sept. 1907.

Denison's Apparatus for detecting the overloading of chains. — Denisons Vorrichtung zur Aufdeckung der Überbeanspruchung von Ketten. — Appareil Denison pour indiquer la surcharge des chaînes. „Mech. Engr.", Oct. 6, 1906.

Schwefelbestimmungsapparat. — Appareil pour le dosage du soufre. — An apparatus for the determination of sulphur. „Stahl u. Eisen", Oct. 1906.

Kleine, A. Kohlenstoffbestimmungsapparat. — Appareil pour le dosage du carbone. — An apparatus for the determination of carbon. „Stahl u. Eisen", Oct. 1906.

White, H. A new colorimeter for the determination of carbon in steel. — Neues Kolorimeter zur Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes im Stahl. — Nouveau colorimètre pour le dosage du carbone dans l'acier. „Bull. Am. Inst. Ming. Engrs.", Sept. 1906. „Stahl u. Eisen", 1. Okt. 1906.

Schwefelbestimmungsapparate nach v. Nostitz. — Appareil de Nostitz pour le dosage du soufre. — The v. Nostitz-apparatus for determining sulphur. „Stahl u. Eisen.", 1. Nov. 1906.

Digitized by Google

Modifications moléculaires des métaux et leurs causes. Gefügeänderungen der Metalle und ihre Ursachen. Structural modifications of metals and their causes.

Rasch, E. Die Ermittlung und Aufzeichnungen der Umwandlungspunkte fester Lösungen. — Recherche et tracé diagrammatique du point critique de dissociation des alliages. — The critical point of the dissociation of alloys. Investigations and Diagrams.
„Dinglers P. J.", 1. Dez. 1906.

Osmond, F. Les recherches de G. Cartaud sur le passage de l'état liquide à l'état solide. — Cartauds Untersuchungen über das Erstarren. — The researches of G. Cartaud on the passage of metals from the liquid to the solid state. „Rev. d. Métall.", Sept. 1907.

Portevin, A. Les phénomènes de solidification et de transformation dans les alliages. — Erstarrungs- und Transformationserscheinungen in Legierungen. — The phenomena of solidification and of transformation in alloys. „Rev. d. Métall.", Oct. 1907.

Hatfiew, W. H. Influence of carbon on cast iron. The regions of temperature in which the carbides are decomposed. — Einfluß des Kohlenstoffs auf Roheisen. Zersetzungstemperatur der Karbide. — Les états du carbone dans la fonte et les modifications de carbure sous l'effet des températures. „Foundry", Nov. 1907.

Rasch, E. Über den Erstarrungsvorgang des Kupfers nach Dejeane. — Le phénomène de solidification dans le cuivre par Dejeane. — The phenomena of solidification in copper according to Dejeane.
„Dinglers P. J.", 6. Okt. 1906.

Sauveur, A. The constitution of iron-carbon alloys. — Über die Gefügebildung von Eisenkohlenstoffverbindungen. — La constitution des alliages de fer et de carbone. „Iron Steel Inst.", vol. 4. 1906.

Ewing, J. A. The structure of metals. — Die Kleingefüge der Metalle. — La microstructure des métaux. „Elec. Rev. N. Y.", Sept. 22, 1906.
„Engng. Rev.", Lnd., Sept. 1906.

Arnold, J. O. The internal architecture of metals. — Die Kleingefüge von Metallen. — La microstructure des métaux. „Nature", Nov. 8, 1906.

Braune, H. Die mikroskopische Untersuchung des Eisens und Stahls. — Recherches micrographiques sur le fer et l'acier. — Micrographic investigations of iron and steel.
„Eisen-Zeitg.", 30. März, 6., 13., 20. April 1906.

Jüptner. Das Kleingefüge des Stahles. — La microstructure de l'acier. — The microstructure of steel. „Öst. Z. f. Bg.- u. Hw." 1907. Nr. 13, 14.

Sauveur, A. The structure of wrought iron. — Das Kleingefüge von Schmiedeeisen. — La structure micrographique du fer forgé.
„Electro-Met.-Ind.", April 1907.

Heyn, E. und **Bauer, O.** Zur Metallographie des Roheisens. — Étude sur la métallographie de la fonte. — The metallography of pig iron.
„Stahl u. Eisen", 30. Okt., 6. Nov. 1907.

Goehrens, P. und **Heyn, F.** Zur Metallographie des Eisens. (Eine Diskussion.) Discussion sur la métallographie du fer. — Discussion on the metallography of iron. „Stahl u. Eisen", 4. Dezember 1907.

Price, V. The microstructure and frictional characteristics in bearing metal. — Kleingefüge und Reibung von Lagermetall. — La microstructure et le coefficient de frottement du metal antifriction.
„Am. Mach.", 3. Nov. 1906.

Digitized by Google

Kralupper, M. Studie über die molekularen Veränderungen eines durch Zug beanspruchten Stahlstabes. — Les modifications moléculaires d'un barreau soumis à la traction. — A study of the molecular changes of a steel rod under tensile stress. „Öst. Z. f. Bg.- u. Hw.", 1. Dez. 1906.

Campbell, W. Change of structure in iron and steel. — Die Änderungen im Gefüge des Eisens und Stahl. — Les modifications dans la structure du fer et de l'acier. „Franklin Inst.", June 1907.

Kley, C. Über die Mikrostruktur einer gebrochenen Schiffswelle. — Étude sur la microstructure d'un arbre de couche brisé. — Study on the microstructure of a broken propeller shaft. „Dinglers P. J.", 26. Okt. 1907.

Heyn, E. Metallographische Untersuchungen für das Gießereiwesen. — Étude métallographique des fontes de première et deuxième fusion. — Metallographie investigations in foundry work.
„Stahl u. Eisen", 1. u. 15. Nov. 1906.

Keep, W. J. Cast-iron crushing loads and microstructure. — Kleingefüge und Widerstand von Gußeisen. — Microstructure et résistance à l'écrasement de la fonte de moulage. „Am. Mach.", 15. Sept. 1906.

Kritik über Bannisters Arbeit. — Observations critiques sur le travail de Bannister. — Critical observation on Bannister's paper.
„Stahl u. Eisen", 16. Jan. 1907

Girtler, R. Über die Deformationsarbeit als Maß der Beanspruchung. — Le travail de déformation comme mesure de l'effort. — The work of deformation of the elastic forces as a measure of the danger of fracture.
„Z. öst. Ing.- u. A.-V.", 1907, S. 649.

Girtler, R. Über das Potential der Spannungskräfte als Maß der Bruchgefahr. — Le potentiel des efforts de tension comme mesure du danger de rupture. Stzb. K. Akad. d. Wissensch., Wien, Mai 1907.

Fréminville, de. Caractères des vibrations accompagnant le choc déduits de l'examen des cassures. — Charakteristik der den Stoß begleitenden Schwingungen, abgeleitet aus dem Bruch. — Nature of the vibrations accompanying shock, determined from the fracture.
Réun. d. m. franç. et belges. 9 juin 1907.

Wedding, H. und **Cremer, F.** Chemische und metallographische Untersuchungen des Hartgusses. — Recherches chimiques et métallographiques sur la fonte dure. — Chemical and metallographical researches on case. hardened steel. „Stahl und Eisen", 12. u. 19. Juni 1907.

Breuil. Recherches sur les constituants des aciers trempés effectuées au labor. d'essai du Cons. des Arts et Métiers à Paris. — Untersuchungen über die Gefügebestandteile des ausgeglühten Stahls im Labor. du Conserv. des Arts et Métiers. — Studies on the constituents of tempered steel. Labor. des Arts et Métiers, Paris.
„Bull. Soc. Ind. Min.", 1907, No. 3.

Kley, P. D. C. Metallographie und Praxis. — La métallographie et la pratique. — Metallography and practice. „De Ingenieur", 1907, S. 625.

Kerdyk. Aus der metallographischen Praxis. — La pratique de la métallographie. — Metallography in practice. „Dingl. Polyt. J.", 26. Oktober 1907.

Le Chatelier, H. Des applications pratiques de la métallographie microscopique dans les usines. — Die praktische Anwendung der Metallographie. — Practical applications of microscopic metallography in the workshop. Rev. de Metall", Sept. 1906.

Guillet, L. L'utilisation industrielle de la métallographie microscopique. — Durchführung der Kleingefüge-Untersuchung in Hüttenwerken. — The uses of microscopic metallography in Industry.
„Génie civil", juin 8, 15, 21 1907.

Digitized by Google

Sauveur, A. Metallography applied to foundry work (Examination of the metallographic structure of cast iron containing an increasing quantity of combined carbon). — Die Anwendung der Metallographie in der Gießerei. Die Prüfung des Kleingefüges im Gußeisen mit einer wachsenden Menge gebundenen Kohlenstoffes. — Examen de la structure métallographique des fontes contenant une quantité croissante de carbone combiné. „Foundry", Jan., April 1907.

Hibbard, D. H. Internal stresses and strains in iron and steel. — Die inneren Spannungen in Eisen und Stahl. — Les tensions intérieures et les efforts développés dans le fer et l'acier.
„Bull. Am. Soc. Ming. Eng.", Sept. 1906.

Heyn, E. Über bleibende Spannungen in Werkstücken infolge Abkühlung. — Tensions auxquelles sont soumises les pièces par le refroidissement. — The stresses remaining in metals after cooling.
„Stahl u. Eisen", 11. u. 18. Sept. 1907.

Rhead, L. E. The solidification of cast iron. — Die Erstarrung von Gußeisen (Kristallisation und Kontraktion). — Modifications, cristallisation, contraction de la fonte de deuxième fusion pendant sa solidification.
„Foundry", Nov. 1907.

Osmond, F. et Cartaud, G. Sur la cristallisation du fer. — Kristallisation des Eisens. — Crystallisation of Iron.
„Bull. S. d'Enc. p. l'industr.", Dec. 1 1906.

Osmond, F. et Cartaud, G. The crystallography of iron. Deformation, figures, congential turning, corrosion figures, segregation figures etc. — Die Kristallisation des Eisens unter den verschiedenen Bedingungen der Bearbeitung und Behandlung. — Étude cristallographique du fer sous différentes conditions de traitement à chaud, de trempe etc.
„Bull. Am. Inst. Min. Engrs.", Nov. 1906.

Henderson. Note on the distribution of sulphur, in metal ingot moulds. — Versuche über die Verteilung des Schwefels im Ingot. — La question de la distribution du soufre dans les lingots.
„Journ. Iron and Steel Inst.", Vol. I, Jan. 1907.

Stead, J. E. Segregation in steel ingots and its effects on the mechanical properties of steel. — Die Saigerungen in Stahlingots und ihr Einfluß auf die mech. Eigenschaften des Stahls. — La ségrégation dans les lingots d'acier et ses effets sur les propriétés méc. de ce métal. „Engng.", Sept. 21, „Iron Age", Oct. 18.

Lane, H. M. A volumetric study of cast iron. — Einfluß der Verunreinigungen auf das Gefüge des Gußeisens. — Etude volumétrique de la fonte.
„Proc. Am. Soc. Mech. Engrs.", Nov. 1907.

Stead, J. E. Segregation in steel. — Saigerungen im Stahl. — La ségrégation dans les lingots d'acier. „Iron Age", 8th Aug. 1907.

Heckel-Kusl. Blasen und Lunker im Flußeisen und Flußstahl. — Les soufflures et retassures du fer fondu et de l'acier. — Honeycombing and segregation in mild steel.
„Öst. Z. f. Bg.- u. Hw.", 1906, Nr. 46.

Howe, H. M. Does the removal of sulphur and phosphorus lessen the segregation of carbon? — Vermindert die Beseitigung von Schwefel und Phosphor die Saigerung des Kohlenstoffes? — La réduction du soufre et du phosphore atténue-t-elle la ségrégation du carbone?
„Am. Soc. Test Mat.", 1907.

Howe H. M. A further study of segregation in ingots. — Eine weitere Studie über Saigerungen in Ingots. — Nouvelle étude sur la ségrégation dans les lingots. „Eng. & Min. Journ.", Nov. 30. 1907.

Digitized by Google

Goerens, P. Über den augenblicklichen Stand unserer Kenntnisse der Erstarrungs- und Erkaltungsvorgänge bei Eisenkohlenstofflegierungen. — Etat actuel de nos connaissances sur les phénomènes de refroidissement et de solidifications des alliages fer-carbone. — Micrographic study on the hardening and cooling phenomena in iron-carbon alloys. „Stahl u. Eisen", 24. Juli 1907.

Campbell, W. The heat treatment of medium carbon steel. The effect of rate of cooling on structure. Die Wärmebehandlung von Stahl mittleren Kohlenstoffgehalts. Einfluß der Abkühlung auf das Gefüge. — Le traitement thermique de l'acier à moyenne teneur de carbone. Influence du refroidissement sur la structure. „Am. Soc. Test Mat.", 1907.

Guillet, L. Traitement thermique des produits sidérurgiques. — Thermische Behandlung der Hüttenprodukte. — The heat treatment of metallurgical products. „Mem., Soc. Ing. civ." Oct. 1906. „Tech. Auto." Jan.—Mai, Oct.—Déc. 1906, Fév., Mars 1907.

Charpy, G. Sur l'influence de la température sur la fragilité des métaux. — Versuche über den Einfluß der Temperatur auf die Brüchigkeit der Metalle. — The influence of temperature on the brittleness of metals. „Mem. Soc. Ing. civ." Oct. 1906.

Brunton. Heat treatment of wire, particularly wire for ropes. — Versuche über Wärmebehandlung von Draht, besonders für Drahtseile. — Traitement thermique du fil métallique pour câbles. „Journ. Iron Steel. Inst.", Vol. 2, 1906 „Iron Age", Jul. 4, 1907.

Baker, J. H. Annealing and crystallisation of steel. — Einfluß der Wärmebehandlung auf das Kleingefüge. — Influence du recuit sur la microstructure. „Iron Age", Oct. 4, 1906.

Breuil, P. Recherches sur les constituants des aciers trempés. — Über die Struktur gehärteten Stahls. — On the constituents of hardened steel. „Bull. Soc. de l'Ind. Min." 1907.

Carpenter, H. C. H. The types of structure and the critical ranges in heating and cooling of high-speed tool steel under varying thermal treatment. — Die typischen Formen des Kleingefüges und die kritischen Punkte beim Erhitzen und Abkühlen von Schnellarbeitsstahl bei verschiedener Art der Hitzebehandlung. — Structures et points critiques au chauffage et au refroidissement de l'acier à outil rapide pour différents traitements thermiques. „Phys. Nat. Laboratory", Vol. II. 1907. („Iron and Steel Inst.", 1905, pp. 433—473.)

Hadfield, W. H. Cast Iron as Cast and Heat treated. — Versuche über Guß und Wärmebehandlung von Gußeisen. — La fonte après coulée et traitement thermique. „Iron and Steel Inst.", Vol. 2, 1907.

Mai, W. J. Annealing under gas. — Anlassen im Gasofen. — Four à gaz pour le recuit des pièces. „Machinery", Dec. 1906.

Scott, G. S. The case-hardening of steel. — Oberflächenhärtung des Stahls. — Cémentation de l'acier. „Iron and Steel Inst." 1907, vol. 3. „Iron Age", Oct. 17, 1907, „Mech. Eng. Ln.", Sept. 28, 1907.

Bannister, C. O. and Lambert, W. J. The case-hardening of mild steel. — Die Oberflächenhärtung von Flußstahl. — Cémentation de l'acier doux. Étude de microstructure. „Iron and Steel Inst.", Sept. 1907.

Demozay, L. The hardening of steel. Results of experiments. — Über Härtung (Versuche) von Nickelstahl. — Cémentation de l'acier au nickel (Essais). „Iron and Steel Inst.", vol. 3, 1907 „Engng." Oct. 25, Nov. 1, 1907, „Stahl u. Eisen", 23. Oct. 1907.

Lake, F. Case-hardening the alloy steel. — Oberflächenhärtung des Stahls. — Cémentation des aciers spéciaux. „Am. Mach.", Aug. 24. 1907.

Digitized by Google

Viall, E. Expansion and contraction of carbon steel in hardening. — Die Ausdehnung und Zusammenziehung des Stahls beim Härten. — La dilatation et la contraction de l'acier au carbone pendant sa trempe. „Am. Mach.", 4. Jan. 1907.

Heckel-Kusl. Härtefehler und ihre Ursachen. — Défauts de trempe et leurs causes. — Defects in tempering and their reasons. „Öst. Z. f. Berg- u. Hüttenw." 1906, Nr. 42, 43.

Kick, Fr. Verschiedene Vorsichten und Kunstgriffe beim Härten des Stahles. — Diverses mesures de précaution dans la cémentation de l'acier. — Artifices and precautions in hardening. „Öst. Z. f. Berg- u. Hüttenw." 1906, Nr. 35.

Demozay, L. Étude de la dureté dans les aciers à outils de tour. — Einfluß der Wärmebehandlung auf die Härte von Werkzeugstahl. — A study of hardness in tool steels. „Rev. de Metall.", Sept. 1907

Hinkens, G. F. Case-hardening wrought iron. — Oberflächenhärtung des Schmiedeisens. — La cémentation du fer. „Pract. Engr.", 16. Nov. 1906.

Gifford, R. Annealing tool steel. — Über die beste Methode des Anlassens von Werkzeugstahl. — La revenu des aciers à outils. „Am. Mach.", Dec. 8, 1906.

Bock, F. Elektrisches Schweißen und Härten. — Le soudage et la trempe electriques. — Electrical welding and hardening. „Z. d. öst. Ing.- u A.-V." 1907, Nr. 48.

Viall, E. Case-hardening in cylinders. — Oberflächenhärtung in Cylindern. — La cémentation des pièces dans les cylindres. „Am. Mach." July 27, 1907.

Osmond, G. Les expériences du Prof. Heyn sur la trempe et le revenu des aciers. — Prof. Heyns Versuche über Stahlhärtung. — Prof. Heyn's Experiments on the tempering and Annealing of steel. „Rev. Metall.", Nov. 1906.

Lejeune, P. Étude sur la trempe de l'acier. — Studie über das Härten des Stahls. — A study of the tempering of steel. „Rev. Metall.", Sept. 1906.

Longmuir, P. Hardened steels. (A technical and micrographical study.) — Verhalten gehärteter Stähle. — Les aciers trempés au point de vue technique et micrographique. „Iron and Steel Inst.", Sept. 1907.

Partiot, M. Sur quelques points obscurs de la théorie de la cémentation. — Einige dunkle Punkte im Zementierprozeß. — Some obscure points in the theory of cementation. „Rev. Metall.", Sept. 1906.

Guillet, L. La cémentation, Définition, Principe Historique. Théorie moderne. — Der Zementierprozess. — Case-hardening. Definition. Historical origin. Modern theory. „Tech. Auto", Mai—Sept. 1907.

Hermann, V. Über die Änderungen im Eisen durch Tempern. Les modifications du fer par le recuit. — Changes in iron due to tempering. „Gieß.-Ztg.", 1. Nov. 1907.

Harbord, F. W. The relation between the process of manufacture and some of the physical properties of steel. — Versuche über den Einfluß der Herstellung des Walzprozesses auf die Eigenschaften des Stahls. — Rapport entre les procédés de fabrication des aciers et quelques-unes de leurs propriétés physiques. „Engng.", June 14. 1907. „Iron and Steel Inst.", vol. 1, 1907.

Heck J. H. Notes on the effect of work and time on the properties of mild steel and iron. — Einfluß der Bearbeitung und Bearbeitungszeit auf die Eigenschaften des Stahls. — Influence du travail et du temps sur les propriétés de l'acier doux (Siemens Martin) et du fer. „Prac. Engr.", 13 Dec. 1907.

Digitized by Google

Baumann, R. Der heutige Stand der Frage der Rißbildung in Kesselblechen. — La formation des fissures dans les tôles de chaudières. — The formation of cracks in boiler plates. „Z. d. Ver. D. Ing.", 14. Dez. 1907.

Turner, Th. Volumen und Temperaturänderungen während der Abkühlung von Roheisen. — Changements de volume et de température pendant le refroidissement de la fonte brute. — Changes in volume and temperature during the cooling of pig iron „Gießerei-Zeitg.", 15. Okt. 1907.

Hort, Dr. H. Die Wärmevorgänge beim Längen der Metalle. — Phénomènes calorifiques pendant la dilatation des métaux. — The heat processes in the dissolving of metals. „Z. d. Ver. D. Ing.", 10 Nov. 1906.

Hort, H Die Umwandlungswärme von Eisen. (Beim Fließen auftretende Wärmemenge.) — La valeur de transformation du fer (chaleur produite pendant l'allongement). — The transformation-heat of iron (developed during the flow of the mat.). „Physikal. Zeitschr.", Bd. 8, 15. Nov. 1907.

Harker, J. A The specific heat of iron at high temperatures. — Die spezifische Wärme des Eisens bei hohen Temperaturen. — Chaleur spécifique du fer aux hautes températures.
Nat. Phys. Laboratory, Vol. II 1907 (Proc. Phys. Soc. June 1905. Phil. Mag. Oct. 1905).

Mars, G. Ein Karbidbestimmungsapparat für Stahl und Eisen. — Appareil pour doser le carbure de l'acier et du fer. — An apparatus for the determination of carbide for steel and iron
„Mitt. kgl. Matprfgsamt", 1907, 3. Heft.

Werkner, H. Die optischen Apparate der Mikrophotographie. — Objectifs et appareils optiques pour la photographie microscopique. — Optical apparatus for microscopic photography.
„Östr. Ztrl. Zeitg. f. Optik u. Mech.", 15. Feb. u. 1. März 1907.

Le fer et l'acier et leurs alliages.
Influence des additions sur les propriétés mécaniques.

Eisen und Stahl und seine Legierungen.
Einfluß der Zusätze auf die mechanischen Eigenschaften.

Iron and Steel and their Alloys.
Influence of the Aggregates on the mechanical properties.

Stoughton. Foundry mixtures. Effects of various impurities on pig iron. — Einfluß von Zusätzen auf das Gußeisen. — Influence des impuretés sur la fonte. „Iron Age", Nov. 15, 1906.

Pourcel, A. L'azote dans le fer et l'acier. Son influence sur leurs propriétés. — Stickstoff in Eisen und Stahl. — Nitrogen in iron and steel. „Génie Civil", Sept. 15, 1906. „Fer et Acier", Oct, Nov. 1906.

Braune, H. Über die Bedeutung des Stickstoffes in Eisen. — De l'influence de l'azote sur les propriétés du fer. — The influence of nitrogen on the properties of iron. „Stahl und Eisen", Nov. 15, 1906.
„Génie civil", Déc. 1, 1906.

Rasch, E. Physikalisch-metallurgische Rundschau. — Note générale sur la constitution des métaux. — On the physics and constitution of iron-
„Dinglers P. J.", 3. Nov. 1906.

Thomas, A, S. Influence of silicon and graphite on the open-hearth process. — Einfluß des Siliziums und Graphits auf den Martinprozeß. — Influence du silicium et du graphite dans le procédé de fabrication de l'acier sur sole. „Trans. Am Inst. Min. Engrs", Nov. 1906.

Digitized by Google

Hatfield, W. H. The influence of carbon on cast iron. Abstract of a report of research work. — Einfluß von Kohlenstoff auf Gußeisen. — Influence du carbone sur la fonte. „Iron Age", Dec. 27, 1906.

Field, H. Manganese in cast iron. — Einfluß des Mangans in Gußeisen. — Influence du manganèse sur les qualités de la fonte. „Eng. News", June 6, 1907. „Echo Ind.", Août 25, 1907.

Houghton, E. Special ferro alloys for the foundry. — Einfluß der Zusätze im Guß auf das Material. — Influence des ferro-alliages sur la fonte. „Foundry", Sept. 1907. „Ir. and Coal Tr. Rev.", Sept. 20, 1907.

Howe, H. M. Behaviour of carbon and phosphorus in steel. (A discussion of J. E. Stead's explanation of the bending of C and P) — Über Steads Erklärungen, betreffend das gegenseitige Verhalten von C u. P im Stahl. — Sur les commentaires de Stead relatifs au rôle de *C* et *P* dans l'acier. „Eng. and Min. Jour", June 8, 1907.

Law, E. F. The non-metallic impurities in steel. — Die ametallischen Beimengungen im Stahl. — Les impuretés non-métalliques de l'acier. „Journ. Ir. and St. Inst." II. 1907. „Iron Age" Aug. 22, 1907.

Rudeloff, M. Siebenter Bericht über Untersuchungen von Eisen-Nickel-Legierungen. — Rapport sur les recherches sur les alliages de fer et de nickel. — Report on the researches on iron-nickel-alloys. „Ver. z. Befdg. d. Gewfl." 1906, Beiheft.

Carpenter, A. C. H., Hadfield, R. A., Longmuir, Percy. On the properties of a series of iron-nickel-manganese-carbon alloys, being the 7th report to the Alloys Research Committee of the Inst. of Mech. Engrs. — Über die Eigenschaften einer Reihe von Eisen-Nickel-Mangan-Kohlenstoff-Legierungen. VII. Bericht der Kommission des Inst. of Mech. Eng. für das Studium von Legierungen. — Propriétés d'une série d'alliages de fer-nickel-manganèse et carbon. Rapport du Comité des alliages de l'Inst. of Mech. Eng. „Nat. Phys. Laboratory" vol. II, 1907. „Stahl und Eisen" 1. Sept.—15. Oct. 1906.

Soliman G. Aciers spéciaux. — Spezialstähle. — Special steels. „Rev. gén. Chimie pure et appliqué" Nov. 18 et Déc. 2, 1906.

Clamer, G. H. The history and development of the alloy practice in the United States as applied to railway bearings. — Die Lagerlegierungen bei den Eisenbahnen der Vereinigten Staaten. — Histoire et développement de la pratique des alliages aux E. U. pour les coussinets de chemin de fer. „Am. Soc. Test. Mat." 1907.

Buchanan, J. Practical alloying. The properties of alloys. — Die Erzeugung von Legierungen und ihre Eigenschaften. — Fabrication des alliages, propriétes des alliages divers. „Foundry" Oct. 1906.

Guillet, L. Aciers nickel-silicium. — Nickel-Siliciumstähle. — The nickel-silicon-steels. „Rev. de Métall." Oct. 1906 „Soc. d'Enc." Déc. 1906.

Rothe, J. Über die Beziehungen zwischen dem spezifischen Gewicht und dem Siliciumgehalt im Ferrosilicium. — Sur le rapport entre le poids spécifique et la-teneur en silicium du ferro-silicium. — On the relations between the specific gravity of and the proportion of silicium in ferro-silicium. „Kgl Matprfgsamt" 1907, 1. Heft.

Waterhouse, G. B. The influence of nickel and carbon on iron. — Über den Einfluß von Nickel und Kohlenstoff auf Eisen. — De l'influence du nickel et du carbone sur le fer. „Electrochem. and Mtgl. Ind." Nov., Dec. 1906.

Digitized by Google

Guillet, L. Aciers chrome-tungstène. — Chrom-Wolframstahl. — Chrom tungsten steel. „Rev. de Metall.", Janv. 1907.

Fay, J. Special Auto Steel. — Versuche mit Spezialstahl. — Essais sur un acier spécial. „Am. Soc. Mech. Eng.", June 1907.

Haynes. Material for automobiles. — Festigkeitszahlen von *Ni*- u. *Co*-Stahl. — Métaux pour automobiles (aciers au *Ni* et au *Co*). „Am Soc. Mech. Eng.", June 1907.

Reiniger, G. Thermit Steel. — Über Thermitstahl. — L'acier au thermit. „Journ. U. S. Art.", July, 1907.

Corson, C. E. Heat Treatment of Steels containing fifty and eighty Hundredths Per Cent of Carbon. — Wärmebehandlung von Stahl mit 0·50 u. 0·80% C. — Traitement thermique des aciers à 0,50 et 0,80% de carbone. „Am. Inst. Min. Eng." Sept. 1906. „Stahl u. Eisen", 1. Okt. 1906.

Lake, E. F. Heat Treatment of alloyed steel. — Wärmebehandlung von Stahllegierungen. — Traitement thermique des aciers spéciaux. „Am. Mach.," August 17, 1907.

Guillet, L. Les alliages étain-nickel. — Zinn-Nickel-Legierungen. — A study of tin-nickel alloys. „Rev. Met.", Juin 1907.

Chrom-Nickelstähle (Untersuchungen Guillets). — Les aciers au chrome-nickel. Recherches de Guillet sur quatre séries. — Chrome-nickel steel, Guillet's investigations on four series. „Stahl u. Eisen", 8. Mai 1907.

Kedesdy. Guillets Untersuchungen über Quaternärstähle. — Les recherches de Guillet sur les aciers quaternaires. — Guillet's investigations on quaternary steels. „Stahl u. Eisen", 24. Juli 1907.

Lake, E. F. The forging of alloy steels. — Schmiedbarkeit und Schweißen von Stahllegierungen. — Effet de la température sur les aciers spéciaux, forgeage, soudage, revenu. „Am. Mach." 14. Sept. 1907.

Lake, E. F. Nickel-chrome steel. — Nickel-Chromstahl und seine Erzeugung. Einfluß von *Si*, *P*, *Mn* Wärmebehandlung. — L'acier nickel-chrome. Influence de *Si*, *P*, *Mn*, traitem. therm. „Machinery", July 1907.

Lake, E. F. Nickel Steel. — Über Nickelstahl. — L'acier au nickel. (Composition traitement, application.) „Machinery", Sept. 1907.

Wedding. Nickeleisen. — Acier au nickel. — Nickel steel. „Stahl und Eisen", 6. Februar 1907.

Rosa, E. B. and **Babcock, H. D.** The variation of manganin resistances with atmospheric humidity. — Festigkeitsänderung des Manganins mit dem Wechsel der Luftfeuchtigkeit. — Variation avec le degré d'humidité de l'air de la résistance de l'alliage Cu, Mn, Ni. „Elec. Wld.", June 29, 1907.

Lake, E. F. Manganese steel and some of its uses. — Manganstahl und seine Bedeutung. — L'acier au manganèse et quelques-unes de ses applications. „Am. Mach.", June 1, 1907.

Maurain, Ch. Essais des alliages magnétiques de manganèse. — Versuche mit magnetischen Mangan-Legierungen. — Magnetic alloys of manganese. Tests. „Rev. Electr.", Nov. 15, 30, 1907.

Wologdine, S. Alliages de manganèse et de cuivre. — Mangan-Kupferlegierungen. — Alloys of manganese and copper. „Rev. d. Métall.", Jan. 1907.

Konstantinow, U. Sur les alliages de cobalt et de cuivre. — Untersuchungen über Kobalt- und Kupferlegierungen. — Alloys of cobalt and copper. „Rev. d. Métall.", Nov. 1907.

Carpenter, C H. and **Edwards, C. A.** Eighth report to the Alloys Research Committee: On the properties of alloys of aluminium and copper.

Digitized by Google

— Achter Kommissionsbericht über die Eigenschaften von Aluminium- und Kupferlegierungen. — Huitième Raport sur les alliages d'aluminium et de cuivre.
„Inst. of Mech. Eng.", Jan. 18, 1907. „Engng.", Jan. 25, Feb. 1, 22, 1907.

Pécheux, H. Contribution à l'étude des alliages de l'aluminium. — Über Aluminiumlegierungen. — Note on alloys of aluminium.
Rev. Gén. d. Sciences", fév. 15, 1907.

Wedding und Müller. Kupfer im Eisen. — Influence de la présence du cuivre dans le fer. — Copper in iron. „Stahl u. Eisen", 1. Dez. 1906.

Dillner. Kupfer in Eisen. — De l'influence du cuivre sur les propriétés de l'acier. — The influence of copper on the properties of steel.
„Stahl u. Eisen", 15. Dez. 1906.

Lipin. Kupfer in Eisen. — Influence du cuivre dans le fer. — Copper in iron.
„Stahl und Eisen", Bd. 27, 16. Jän. 1907.

Gürtler und Tamann. Legierung von Kupfer und Nickel. — Alliages du cuivre et du nickel. — Copper nickel alloys.
„Zeitschr. f. anorg. Chemie", Bd. 52, 3. Jan. 1907.

Breuil, P. Les aciers au cuivre. — Kupferstahllegierungen. — Copper steels.
„Réun. d. m. franç. et belges", 29 juin 1907. „Iron and Steel Inst." II, 1907.

Guillet, L. Quelques remarques sur la constitution des alliages de cuivre. — Über das Gefüge von Kupferlegierungen. — On the structure of copper alloys. „Réun. d. m. franç. et belges", 23 Mars 1907.

Die Eigenschaften des Vanadiumstahles. — The properties of vanadium steel. — Les propriétés de l'acier au vanadium.
„Gießerei Zeitg.", 20. März 1907.

Lake, E. F. Some properties of vanadium steel. — Eigenschaften des Vanadiumstahles. — Influence du vanadium sur les propriétés de l'acier.
„Am. Mach.", Mai 18, 1907.

Lake, E. F. Vanadium steel. — Über Vanadiumstahl. — Les caractéristiques de l'acier au vanadium. „Machinery.", Oct. 1907.

Guillet, L. Nouvelles recherches sur les aciers au vanadium ternaires et quaternaires. — Versuche über Vanadiumstahl. — Recent researches on ternary and quaternary vanadium steels. „Rev. de Métal", août. 1907.

Clarage, E. T. The effect of vanadium in steel. — Einfluß des Vanadiums im Stahl. — L'influence du vanadium dans l'acier.
„Ir. Trad. Rev.", Sept. 26, 1907.

Smith, Kent, J. Types and tests of vanadium steels. — Untersuchung verschiedener Arten Vanadiumstahles. — Echantillons de différentes compositions d'acier au vanadium et leurs essais.
„Ir. Trad. Rev.", Aug. 29, 1907.

Schaeffers. Automobilstahl. Prüfungsergebnisse über Va- und Cu-Stahl. — Essais sur les aciers au *Va* et au *Cu*. — Automobile Steel.
„Motorw.", Nov. 30, 1907.

Guillet. Les aciers au bore. — Borstahl. — Boron steel.
„Réun. des m. franç. et belges", juin 1, 1907. „Rev. de Metall.", août 1907.

Guillet, L. Sur la constitution et les propriétés des aciers au bore. Zusammensetzung und Eigenschaften des Bohrstahles. — The constitution and properties of boron steel. „Rev. Electrochim. et Electrométall.", juin 1907.

Guillet, L. Boron steels. — Versuche mit Bohrstahl. — Les aciers au bore.
„Iron and Steel Inst.", Nr. II, 1907.

Swinden, Th. Carbon Tungsten steels. — Versuche über Wolframstahl. — Aciers au Tungstène.
„Iron and Steel Inst.", vol. I, 1907. „Ironmonger", May 11, 1907.

Digitized by Google

Guillet, L. Aciers au Chrome-Tungstène. — Chrom-Wolframstahl. — Chrome Tungsten Steel. „Rev. d. Métall", Janv. 1907.

Hocum, Ch. V. Titanium in steel and iron. — Versuche über Titanium in Stahl und Eisen. — Influence du titane sur le fer et l'acier. „Iron Age", Nov. 14 1907. „Ir. Trds. Rev.", Nov. 14. 1907.

Carpenter, H. C. H. An analysis of the evoluton of modern mild steel. — Chemisch-analytische Bemerkungen über die neuere Entwicklung des Werkzeugstahles. — Notes analytiques sur l'évolution moderne de l'acier doux. „Engng", May 3, 17, 1907.

Colvin, Fr. H. Actual results with high-speed steel. — Neueste Ergebnisse im Schnellarbeitsstahl. — Résultats actuels obtenus avec l'acier rapide. „Am. Mach." Nov. 24, 1907.

Brass mixtures. Red brass, yellow brass, phosphor-bronze, ventilation etc. — Legierungen von Kupfer, Bronze, Zinn etc. — Les alliages de cuivre: bronze, laiton, etc. „Mech. World", March 1, 1907.

Sperry, E. S. The effect of antimony on high-brass rods. — Der Einfluß auf Antimon im Messing. — Influence de l'antimoine sur les barres de laiton. „Brass Wld.", Sept. 1907.

Mc Lennan, J. C. On the magnetic properties of Heusler's Alloys. — Über die magnetischen Eigenschaften von Heusler's Legierung. — Propriétés magnétiques des alliages de Heusler. „Elect. Lond.", Sept. 6, 1907.

Berwerth. Steel and meteoric iron. — Stahl und Meteoreisen. — Acier et fer météorique. „Iron and Steel Inst.", vol. III, 1907.

Schürman u Scharfenberg, Dr. W. Zur Analyse von Weißmetallen und ähnlichen Legierungen. — A propos d'analyse de métal blanc et d'alliages analogues. — On the analysis of white metals and their alloys. „Mitt. kgl. Matprfgsamt", 5. Heft, 1907.

Béton armé. — Eisenbeton. — Iron concrete.

Talbot, A. N. Tests of concrete iron: I shear; II bond. — Versuche über die Scherfestigkeit und das Haftvermögen des Stahls in Betoneisen. — Résistance du béton au cisaillement et adhérence du fer. „Univ. Ill. Bull. Nr. 8", Sept 1906. „Eng. News", Febr. 14, 1907.

Mörsch, E. Versuche über die Schubwirkungen bei Eisenbetonträgern. — La résistance du béton au cisaillement et à la compression. — Experiments on the effect of stress in reinforced-concrete beams. „Beton u. Eisen," Nov. 1906. „Deutsche Bauztg.", 13. Apr., 20. Mai 1907.

Meyer, O. Über die Festigkeit von Eisen und Messing am Beton. — L'adhérence du fer et du laiton au béton. — The adherence of steel and brass to concrete. „Baumaterialienkde", 1906. Hft. 22.

Condron, T. L. Tests of bond between concrete and steel. — Versuche über Haftvermögen zwischen Stahl und Beton. Essais d'adhérence de l'acier au béton. „Eng. News," Dec. 20, 1906. „Am. Soc. Test Mat.," 1907

Schüle, F. Untersuchung von armiertem Beton auf reine Zugfestigkeit und auf Biegung unter Berücksichtigung der Vorgänge beim Entlasten. — Essais à la traction et à la flexion du béton armé. — Tensile and bending tests of reinforced concrete. „Deutsche Bauztg.", 31. Okt., 12. Dez. 1906. „Schweiz. Bauztg.", 29. Dez. 1906. „Concr. and Const. Eng.", Nov. 1906.

Talbot, N. Tests of reinforced concrete beams. Series of 1906. — Versuche mit Eisenbetonträgern. — Essais de poutres en béton armé. „Un. Ill. Bull." Nr. 12, Febr. and Nr. 14, Aug. 1907.

Digitized by Google

Bach, H. Neuere Versuche über die Haftfähigkeit des Eisens am Beton. — Nouvelles recherches sur l'adhérence du fer au béton. — Investigations on the adherence of iron to concrete. „Beton und Eisen", Febr. 1907.

Considère. Esais de crochets pour l'amarrage des extrémités des barres tendues. — Hakenförmige Abbiegung gezogener Stäbe zur Erhöhung der Haltefestigkeit. — Experiments with hookings for anchoring the ends of the bars under tension. „Reun. m. franç. et belges", 27. Avril 1907.

Weiske. Die Haltefestigkeit zwischen Beton und Eisen im Eisenbetonträger. (Besprechung der Versuche von Emperger und Probst.) — Les essais faits par Emperger und Probst sur l'adhérence du fer au béton. — Emperger's and Probst's tests on the adherence of iron to concrete. „Dinglers P. J.", 11. Mai 1907.

Probst. Prof. v. Bachs Untersuchungen mit armiertem Beton. — Les expériences du professeur v. Bach sur le béton armé. — Prof. v. Bach's experiments on reinforced concrete. „Dinglers P. J.", 1., 8. Juni 1907.

Bach, C. Zur Frage der Dehnungsfähigkeit des Betons mit oder ohne Eiseneinlagen. — La dilatation du béton et du béton armé. — The expansion of concrete with and without reinforcement. „Z. V. D. Ing.", 29. Juni 1907.

Schinke, M. G. und **Löser, B.** Eine Eisenbetonstudie. — Tests of reinforced concrete. (Compression tests.) — Etude sur le béton armé. „Beton u. Eisen", Juni u. Juli 1907. „Cement", Aug. 1907.

Burchartz, H. The slipping resistance of steel and brass in concrete. — Haftvermögen von Stahl und Messing in Beton. — L'adhérence de l'acier et du cuivre au béton. „Eng. Rec.", Aug. 3, 1907.

Johnson. Tests of the adhesion of steel to concrete in beams. — Versuche über das Haftvermögen von Stahl im Beton. — Essais d'adhérence de l'acier dans les poutres en béton armé. „Eng. News", Aug. 15., 1907.

Boost, H. Neuere Versuche mit Eisenbeton. Haftfestigkeitsversuche von Prof. de Puy in Chicago. — Le béton armé. Essais d'adhérence du Prof. de Puy. — Prof. de Puy's tests on the adherence of reinforced concrete. „Beton u. Eisen", S. 47, 230, 265.

Shuman, J. J. Notes on cold twisted steel rods for concrete reinforcement. — Einfluß von tordierten Stahlstäben im Eisenbeton. — Notes sur les barres d'acier tordues à froid pour le béton armé. „Am. Soc Test. Mat.", 1907.

Brik, J. Ergebnisse einiger neuen Versuche über den Scherwiderstand reiner und armierter Betonprismen. — Essais sur la résistance au cisaillement des prismes en béton et en béton armé. — Results of some new series of tests on the shearing strength of plain and reinforced concrete. „Öst W. f. d. öff. Baud.", 7. Sept. 1907.

Hatt, W. K. The effect of the time element in loading reinforced concrete beams. — Versuche über wechselnde Belastungen bei Eisenbetonträgern. — Influence de l'époque d'application de la charge sur les poutres en béton armé. „Am. Soc. Test. Mat.", 1907.

Fraser, O. Test of a reinforced concrete beam. — Versuche an einem Betoneisenträger. — Essais de poutres en béton armé. „Cal. Jour. of Tech.", Oct. 1907.

Surtees, R. T. A few tests and experiments with reinforced concrete — Versuche und Erfahrungen mit Betoneisen. — Béton armé. Essais et expériences. „Eng. Rec.", Dec. 14, 1907.

Masereeuw, H. Versuch mit einer Platte aus Betoneisen für einen Tunnel. — Essai d'une plaque en béton armé formant la voûte d'un tunnel. — Test on a slab of reinforced concrete for a tunnel. „Beton und Eisen", Nov., Dez. 1906, Jänner 1907.

C

Digitized by Google

Möller. Untersuchungen an Plattenträgern aus Eisenbeton. — Essais de poutres en béton armé. — Tests of reinforced concrete bearers for flooring-plates. Ver. z. Förd. d. Gewerbfl., März—Mai 1907.

Maillart. Belastungsprobe eines Eisenbetonkanals. — Essai de charge d'un canal en béton armé. — Load test of a reinforced concrete channel. „Schweiz. Bauztg.", Sept 7., 1907.

The Committee's report. Load test of floors. — Belastungsversuche von Eisenbetondecken. — Essai de charge de planchers. R. B. Brit. Fire Prev. Comm. Nr. 125 (1907)

Lindall, A. S., and **Heekle, G. R.** Carrying capacity of reinforced concrete floor construction. — Versuche über Tragfähigkeit von Eisenbetondecken. — Charge admissible pour les planchers en béton armé. „Eng. Rec.", July 20, 1907.

Eberling. Die Probebelastung einer Eisenbetonkonstruktion. — Essai de charge d'une construction en béton armé. — Load test of a reinforced concrete structure. „Épitő Ipar", Budapest 1907, Nr. 58.

Probst, E. Einfluß der Armatur und der Risse im Beton auf die Tragsicherheit. — Influence de l'armature métallique et des fentes dans le béton sur la sécurité de résistance à la charge. — Influence of the armature and of the cracks in the concrete on the factor of safety. Mitt. Kgl. Matprfgsamt. 1907, Ergzgshft. I.

Thullié, M., R. v. Neue Versuche mit betoneisernen Säulen in Lemberg. — Nouvelles expériences à Lemberg sur piliers en béton armé. — Recent experiments carried out at Lemberg on reinforced concrete columns. „Beton und Eisen", Dez. 1906.

Howard, J. E. Notes on some additional tests of concrete columns — Weitere Versuche mit Eisenbetonsäulen. — Sur quelques essais additionnels de piliers en béton armé. „Am. Soc. Test. Mat.", 1907.

Talbot, A. N. Tests of concrete and reinforced concrete columns. Series of 1906. — Prüfung von Säulen aus Beton und aus Eisenbeton. — Essais de piliers en béton et en béton armé. „Univ. Ill. Bull." No. 10, Feb. 1, 1907, „Eng. News", July 11, 1907.

Talbot, A. N. Tests of concrete columns. — Versuche mit Beton- und Eisenbetonsäulen. — Essais de piliers en béton et en béton armé. „Am. Soc. Test Mat." 1907 („Eng. News", Sept. 26, 1907).

Talbot, Artur N. Tests of conrete and reinforced concrete columns, Series 1907. — Versuche mit Beton- und Eisenbetonsäulen, Serie 1907. — Essais de piliers en béton et en béton armé, Série 1907. „Univ. Ill. Bull." No. 20, Dec., 1907.

Watertown Arsenal. Tests of Concrete and Mortar Columns. — Proben mit Beton- und Eisenbeton-Säulen. — Essais de colonnes en béton et béton armé. „Rep. Watertown Arsenal", 1907.

Considère, A. Le Béton fretté et ses applications. — Versuche über umschnürten Beton. — Hooped concrete and its applications. „Génie Civil", Feb. 9, 1907.

Thullie, M. v. Neuere französische Versuche mit umschnürtem Beton. — De récents essais français du béton fretté. — Recent French tests on hooped concrete. „Beton u. Eisen", 1907, Heft V, VI.

Emperger, F. v. Welche statische Bedeutung hat die Einbetonierung einer Eisensäule? — Importance statique du remplissage en béton d'une colonne en fonte. — What statical importance has the covering of an iron column with concrete. „Beton u. Eisen" 1907, Heft VII.

Digitized by Google

Béton armé. — Eisenbeton. — Iron concrete.

Abramoff, N. M. Grundangaben über die gleichlautende Untersuchung der Eigenschaften des umschnürten Betons System Considère und Abramoff. — Principes de l'essai d'équivalence des propriétés du béton fretté, systèmes Considère et Abramoff. — Fundamental particulars of the likenamed investigations of the properties of hooped concrete on the Considère and Abramoff system.
„Baumaterialienkunde", 1. Dez. 1907.

Bach, C. Versuche mit einbetoniertem Thacher-Eisen. (Ergebnisse) — Expériences sur une pièce en fer remplie de béton. (Résultats.) — Experiments with Thacher-iron imbedded in concrete. (Results.)
„Z. V. D. Ing.", 30. März 1907.

Emperger, F. v. Knickversuch mit einer ausbetonierten Eisensäule. — Essais de flexion d'une colonne en fer entourée de béton. — Flexion tests of an iron column covered with concrete. „Z. ö. I. u. A.-V.", 25. Okt. 1907.

MacFarland, H. B. Tests of the effect of heat on reinforced concrete columns — Versuche über den Einfluß der Hitze auf Eisenbetonsäulen. — Expériences de colonnes en béton soumises à de hautes températures.
„Engng. News", Sept. 20, 1906, „Engineer Chic.", Nov. 1, 1906.

Mac Farland, H. B. Fire and load test of a reinforced concrete beam. — Feuerbeständigkeits- und Belastungsversuche von Eisenbeton. — Essais de résistance au feu et à la charge d'une poutre en béton armé.
„Eng. News." March. 21, 1907.

Woolson, Ira H. Investigation of the Thermal Conductivity of concrete and embedded steel and the effect of heat upon their strength and elastic properties. — Versuche über die Wärmeleitung von Beton und der Armierung und Einfluß der Hitze auf die Festigkeit und Elastizität. — Recherches sur la conductibilité calorifique du béton et du béton armé et sur l'effet de la chaleur sur leur resistance et leur propriétés élastiques. „Am. Soc. Test. Mat", 1907.

Committee's report. Fire tests with floors. — Versuche über Feuersicherheit von Eisenbeton und Beton-Decken. — Essais de planchers à la résistance au feu. „R. B. Brit. Fire Prev., Comm." 114 (1906), 118, 119 (1907).

Concrete and Reinforced Concrete Coustruction from the Fire Protection Point of view. — Beton und Betoneisen vom Standpunkt der Feuersicherheit. — Le béton et le béton armé quant à leur résistance au feu. „Eng. News.", June 6., 1907.

Suenson, E. Die Feuersicherheit, Temperaturausdehnung sowie Wärmeleitungsfähigkeit des Eisenbetons. — La sécurité contre le feu, la dilatation et la conductibilité calorifique du béton armé. — Safety against fire, Elongation due to temperature and heat-conductivity of reinforced concrete.
„Den tekn. Forenings Tidsskrift", 1907, S. 17.

Mesnager, A. Expériences sur une semi-articulation pour voûtes en béton armé. — Untersuchungen über Gelenkbogen aus Eisenbeton. — Tests on reinforced concrete jointed arches.
„Ann. des Ponts et Ch." 1907. II, p. 180.

Watertown Arsenal. Tests of Concrete and mortar columns. — Proben mit Beton- und Eisenbetonsäulen. — Essais de colonnes en béton et beton armé. Rep. Watertown. Ars. 1907.

Digitized by Google

Ciment, mortier de ciment et béton; leurs constituants et leurs propriétés. — Expériences.

Zement, Zementmörtel und Beton, ihre Bestandteile und Eigenschaften. — Versuche.

Cement, Cement-Mortar, and Concrete; Their Constituents and Properties. — Experiments.

Gary, M. Veränderungen an Beton. — Modification du béton. — Changes in concrete. Mitt. Matprfgsamt, Heft **6, 1906.**

Sadtler, S. Classification and uses of cement. — Einteilung und Verwendung von Zement. — La classification des ciments et les emplois de ceux-ci. „Il. Franklin Inst.", Nov., **1907.**

Burchartz, H. Die Eigenschaften von Portland-Zementen. — Les qualités des ciments portland. — Properties of portland cements. Mitt. Matprfgsamt, Heft **3, 1907.**

Verri, A. Sur les puzzolanes et autres mat. de constr. de la Campagna romana. — Über Puzzolane und andere Baumaterialien der Campagna romana. — On puozzolanas and other material of construction of the Campagna romana. Giornale dei Lavori Publici **1907,** Nr. **22.**

Giorgis, G. Eigenschaften der Puzzolane. — Qualités des puzzolanes. — Properties of puozzolanas. Ass. ital. p. studi in mat. da costruz., **1907.**

Burchartz, H. Belgische Zemente. — Ciments de Belgique. — Belgian cements. Mitt. Matprfgsamt, Heft **6, 1907.**

Hillebrand, W. F. The analysis of silicate and carbonate rocks. — Analyse kiesel- und kohlenstoffhaltiger Gesteine. — Analyse des silicates et carbonates minéraux. „U. S. Geol. Survey Bull." **305, 1906.**

Balthasar, C. Bestimmung von Kalk- und Magnesia. Durchführung der Analyse. — L'analyse quantitative de la chaux et de la magnésie. — Quantitative analysis of lime and magnesia. „Tonind.-Zg.", **27. Juli 1907.**

Maynard. Étude d'un phénomène de dissociation du mortier de ciment par infiltration d'eau. — Studium einer Zersetzungserscheinung von Portlandzement durch das Eindringen von Wasser. — Study of a case of decomposition of Portland cement by the infiltration of water. „Réun. d. m. franç. et belg.", **27 avril 1907.**

Le Chatelier, H. Observations préliminaires au sujet de la décomposition des ciments à la mer. — Vorläufige Beobachtungen über die Zersetzung von Zementen im Meerwasser. — Preliminary observations on the subject of the decomposition of cements in sea-water. „Ann. d. Ponts et Ch.", Heft **II, 1907.**

Le Chatelier, H. The setting of Portland cement. The behaviour of cement in sea-water. — Verhalten von Portlandzement im Seewasser. — Manière dont se comportent les ciments dans l'eau de mer. „Concrete & Const. Eng.", **May 1907.**

Revere, G. Ciment résistant à l'eau de mer. — Im Meerwasser haltbarer Zement. — Cement capable of resisting the effects of sea-water. „Mon. Tec.", **Juillet 10, 1907.**

Digitized by Google

Verdinois, C. Über Puzzolane im Seewasser. — Puzzolanes dans l'eau de mer. — Puozzolanas in sea-water.
Ass. ital. per gli studi sui mat. da costruz., 1907.

Committee, Report of. The action of sea water on concrete. — Erfahrungen über das Verhalten von Beton in Seewasser. — L'action de l'eau de mer sur le ciment. „Rd. Gaz.", Nov., 1907.

Guérard. Observations sur le rapport de MM. Czarnowski et Baykoff au Congrès de Bruxelles. — Bemerkungen zum Bericht von Czarnowsky und Baykoff f. d. IV. Int. Kongr. — Remarks on the report of Messrs. Czarnowski and Baykoff at the Brussels Congress.
„Réun. m. franç. et belg.", 27. Oct. 1906.

Renezeder, H. Über den Einfluß einiger Lösungen auf Portland- und Schlackenzement. — L'influence de quelques solutions sur le ciment Portland et de laitier. — The effect of some solutions on the Portland and slag cements. „Öst. W. f. d. öff. Baudienst" Nr. 3 und 28, 1907.

Carpenter, R. C. The effect of oil on cement mortar. — Einfluß von Öl auf Zementmörtel. — De l'effet de l'huile sur les mortiers de ciment.
„Proc. Am. Soc. Test. Mat", 1907. „Eng. News", 4. July, 1907.

Moncriff, A. B. Influence de l'huile sur la résistance du ciment Portland. — Einfluß von Öl auf die Festigkeit des Portlandzements. — Influence of oil on the strength of Portland cement.
„Génie Civil", 22 dec., 1906.

Blaese, O. v. Über die Einwirkung wässeriger Chlorkalzium- und Chlormagnesiumlösungen auf Portlandzement. — Influence de la solution étendue de chlorure de chaux et de chlorure de magnésie sur le mortier de ciment. — Influence of diluted solutions of chloride of lime and of chloride of magnesium on cement mortar.
„Tonind.-Ztg.", 22. Sept. 1906.

Über den Einfluß von Salzlösungen auf Portland- und Schlackenzement. — Influence des solutions salines sur les ciments ordinaires et de laitier. — Influence of salinee solutions on ordinary and slag cements.
„Tonind.-Ztg.", 11. Feb. 1907.

Schott. Beitrag zur Erkenntnis der Konstitution des Portlandzements. — Etude de la constitution du ciment Portland. — Paper on the constitution of Portland cement. „Tonind.-Ztg.", 23. Juli 1907.

Collot. Note sur des phénomènes de décomposition de mortiers constatés dans divers souterrains du chemin de fer de ceinture de Paris et sur les moyens employés pour en réparer les effets. — Zersetzungserscheinungen von Mörtel, beobachtet bei der Stadtbahn in Paris, und Mittel dagegen. — The phenomena of the decomposition of mortar observed on the Paris Metropolitan Railway.
„Rev. Gén. Ch. de fer", Juillet 1907.

Campbell, E. D., and **White, A. H.** On the constancy of volume in Portland Cement. — Volumbeständigkeit von Portlandzement. — La constance de volume du ciment dit de Portland pendant et après sa prise.
„Min. Rep. Denver", 22. Nov., 1906.

Gadd, W. L. Notes on the Le Chatelier Tests. — Bemerkungen zu dem Le Chatelierschen Zementprüfungsverfahren. — Les expériences de Le Chatelier sur la limite de dilatation à admettre pour un ciment.
„Engr. Ld.", Sept. 13, 1907.

Digitized by Google

Kasai, S. Über Ausdehnung von Portlandzementmörtel im Süßwasser und im Meerwasser. — La dilatation du mortier de ciment Portland dans l'eau douce et l'eau de mer. — The expansion of Portland cement in fresh and in salt water. „Tonind. Zeitg.", 2. u. 9. März 1907.

Dounam, J. G. und **Barker, J. J.** L'expansion du ciment Portland. — Die Ausdehnung des Portlandzements. — The expansion of Portland cement. „Rev. Mat. Const.", Juillet 1907.

Conover, H. The Ageing of Portland Cement. (Discussion as to why it becomes quick setting on ageing.) — Das Lagern und Abbinden des Portlandzements. — Le vieillissement du ciment Portland. „Cement Age.", Dec., 1906.

Baire. Echauffement du ciment pendant la prise. — Erwärmung des Zements während des Abbindens. — Heating of cement during the process of setting. „Réun. d. m. franç. et belges", 27. Oct. 1906.

Butler, D. The specific gravity of Portland cement. (Results of experimental investigations) — Untersuchungen über das spezifische Gewicht von Portlandzement. — Densité du ciment de Portland. (Résultats d'expériences.) „Inst. Civ. Eng" Nr. 3625.

Dreschel, E. Die spezifischen Gewichte von Zement in den Lieferungsbedingnissen. — A propos du poids spécifique du ciment dans les cahiers des charges. — Regarding the specific weight of cement in specifications. „Rev. matériaux Constr.", Févr. 1907.

Flamand, H. De l'importance de la détermination du poids spécifique des ciments. — Die Bedeutung der Bestimmung des spezifischen Gewichtes von Zement. — The importance of determining the specific weight of cement. „Rev. Matér. Const.", April 1907.

Meade, R. K. and **Hawk, L. C.** The specific gravity of Portland cement. — Das spezifische Gewicht des Portlandzements. — La densité du ciment portland.
„Proc. Am. Soc. Test. Mat.", 1907, „Tonind.-Ztg.", 12. Okt. 1907.

Leduc, E. et Pellet, M. Note sur l'influence de la température de déshydratation de l'albâtre sur la prise du plâtre obtenu. — Einfluß der Zersetzungstemperatur des Alabasters auf das Abbinden des erzeugten Gipses. — Notes on the influence of de dehydration-temperature of alabaster on the setting of the resulting plaster of Paris
„Acad. des Sc", Paris 6 Août 1906

Leduc. Influence de la température de déshydratation des plâtres sur la prise. — Einfluß der Zersetzungstemperatur der Gipse auf das Abbinden. — Influence of the dehydration of the plasters on their setting.
„Réun. d. m. franç. et belges," 27 Avril 1907.

Feret, R. L'étude et l'industrie du plâtre en France et à l'étranger. — Studium und Industrie des Gipses in Frankreich und auswärts. — Study of the plaster industry in France and abroad.
„Réun. d. m. franç. et belges," 27 Avril 1907

Perin. Réponse aux communications de M. Leduc et de M. Feret Aperçus théoriques et pratiques sur le procédé Perin pour la fabrication du plâtre. Bemerkungen zu den vorstehenden Mitteilungen von Leduc und Feret, Erzeugungsverfahren Perin. — Reply to the communications of M. Leduc and M. Feret. Theoretical and practical review of the Perin process for the production of plaster of Paris.
Réun. d m. franç. et belges", 25. Oct. 1907.

Rohland. Die Wirkung von Soda auf die Abbindezeit des Portlandzementes. — Influence of soda on the time of setting of Portland cement. — Influence de la soude sur le temps de prise du ciment Portland.
„Tonindztg.", 16. März 1907.

Digitized by Google

Butler, D. B. The setting of Portland cement in its chemical and physical aspect. — Das Abbinden des Portlandzements vom chemischen und physikalischen Standpunkte. — La prise du ciment Portland au point de vue chimique et physique. „Concrete & Const. Eng.", March 1907.

Blount, B. The setting of Portland cement. — Über das Abbinden von Portlandzement. — La prise du ciment Portland.
„Concrete & Const. Eng.", Nov. 1907.

Rohland, Dr. Über den Erhärtungsprozeß hydraulischer Bindemittel. — Sur le procédé de durcissement des mortiers hydrauliques, ciment, trass, puzzolanes. — The setting process in hydraulic cements.
„Stahl u. Eisen," 8. Mai 1907.

Speckmand, H. S. and **Lesley, R. W.** Hydraulic properties of re-ground cement mortars. — Hydraulische Eigenschaften von Zementmörteln. — Propriétés hydrauliques des mortiers de ciment pulvérisés.
„Eng. Rec." 21. Dec. 1907.

Leduc, E. Über die hydraulischen Kalke und Zemente. — La chaux hydraulique, sa nature et son hydraulicité. — Hydraulic lime, its nature and quality. „Tonind.-Zeitg.", 19., 26. Jän.

Steingraber. Zur Bestimmung des Gedeihens von gebranntem Kalk. — Détermination du foisonnement de la chaux vive. — The growth of quick lime and its determination. „Tonind.-Zeitg.", 13. Okt. 1906.

Loeser. Beitrag zur Einwirkung von Zementmasse auf feuerfeste Steine. — De l'influence du ciment sur les briques réfractaires. — Influence of cement on refractory bricks of furnaces.
„Tonind.-Zeitg.", 13. Juli 1907.

Leduc, E. Action de la chaux sur le silico-calcaire. — Einfluß des Kalks auf Kalksandstein. — Influence of lime on lime stone.
„Réun. d. m. franç. et belges", 26 janv. 1907.

Gary. Baumörtel. — Mortier de construction. — Mortar for building purposes. „Mitt. Materialpfgs.-Amt", 1907. 1. u. 3. Heft.

Michaelis, W. Mitteilungen zur Kenntnis der hydraulischen Bindemittel. Schmelzprodukte. — Contribution à l'étude des mortiers hydrauliques. Quelques produits de fusion. — Cements and hydraulic limes. Some products of smelting. „Tonind.-Zeitg.", 13. Juli 1907.

Michaelis sen., W. Zur Kenntnis der hydraulischen Bindemittel II. — Contribution à l'étude des mortiers hydrauliques. — On hydraulic cements.
„Baumaterialienkde.", 1., 15. Aug., 1., 15. Okt. 1907

Chatelier, H. Le. L'industrie des ciments et des chaux hydrauliques devant les consommateurs. — Über das Verhältnis zwischen Erzeugern und Verbrauchern von Zement. — The cement industry and consumers.
„Rev. de Metall.", Oct. 1907.

Reinhart, M. J. Standard sand for cement work. — Normalsand für Zementbauten. — Ciment de sable normal pour maçonnerie.
„Eng. Record", July 20, 1907.

Feret, R. Comparaison de mortiers plastiques faits avec trois sables de diverses provenances. — Vergleich plastischer Mörtel mit Sand von verschiedenem Ursprung. — Comparison between plastic mortars made with sands from three different sources.
„Baumaterialienkunde", 1., 15. Sept. 1906.

Nielsen, Th. Kalkmörtel mit Ziegelmehl. — Mortier de chaux et de brique pilée. — Lime-mortar with brick dust. „Ingeniören" 1907, S. 183.

Hannover, H. I. Kalkmörtel mit Ziegelmehl. — Mortier de chaux et de brique pilée. — Lime-mortar with brick dust. „Ingeniören" 1907, S. 203.

Digitized by Google

Bach, C. Zur Größe des Wasserzusatzes bei Beton. (Versuche.) — Additions d'eau à faire au béton (Essais). — On the volume of the water aggregate in concrete. „Z. V. D. Ing.“, 16. Febr. 1907. „Baumaterialienkunde“, 1., 15. Februar 1907.

Nasini, R. Recherches sur la résistance des ciments puzzolanes faites à l'Univ. de Pise. — Versuche über die Festigkeit der Puzzolancemente, ausgeführt an der Universität Pisa. — Tests on the strength of Puzzuolana-cements, excudet at the University of Pisa. „Assoc. ital. per gli studi sui mat. costr.“, 1907.

Brabandt. Über den Einfluß der Wassermenge auf die Druckfestigkeit von Zementmörtel in Zementbeton. — Influence de la quantité d'eau sur la résistance à l'écrasement du béton de ciment. — On the influence of the water aggregate on the resistance to crushing of the cement-mortar in cement-concrete. „Zentralbl. f. Bauw.“, 10. April 1907.

Über den Einfluß des Grobschlagzusatzes im Beton auf die Druckfestigkeit (Versuche). — Influence des additions de gravier sur la résistance du béton à l'écrasement (Essais). — On the influence of the grouting aggregate in concrete on the resistance to crushing (Experiments). „Zentralbl. f. Bauw.“, 9. Okt. 1907.

Fuller, W. B. and Thompson, S. E. The laws of proportioning concrete. — Versuche über Mischungsverhältnisse von Beton. — Lois des proportions du béton. „Eng. Rec.“, May 11. 1907, „Proc. Am. Soc. Civ. Eng.“, March 1907.

Michaëlis, W. Zur Mahlung des Zements. — La Détermination de la finesse de mouture du ciment. — Determination of the fineness of cement when ground. „Tonind. Zeitg.“, 27. Okt. 1906.

Feret, R. Comparaison de divers procédés de mouture des ciments. — Vergleich verschiedener Mahlungsarten der Zemente. — Comparison between the different cement-grinding processes. „Rev. Mater. Constr.“ Nr. 22, Fév. 1907.

Gary, M. Gewinnung und Darstellung des Siebfeinsten in hydraulischen Bindemitteln. — Procédés pour établir le degré de finesse des ciments. — Methods of determining the degree of fineness of cements. „Tonind. Ztg.“, 13. Juli 1907.

Hunt, L. E. The value of brick in concrete (tests). — Ziegelbrocken in Beton (Versuche). — Valeur de l'addition de briques concassés au béton. „Calif. J. Tech., Berkeley Cal“., Dec. 1906.

Kesner, H. J. und Doolittle, F. W. Comparative tests of sandstone and slag as concrete aggregates. — Vergleichsversuche mit Sandstein und Schlacke als Zusatzmaterial zum Beton. — Essais comparatifs de grès et de scories dans la fabrication des bétons. „Min. Rep.“, July 4, 13, 1907.

Mesnager, A. Note sur l'influence de la barbotine lors de la reprise des constructions en béton de ciment armé interrompues. — Über den Einfluß von Schlick bei der Wiederaufnahme unterbrochener Betonarbeiten. — Notes on the influence of ooze where work is resumed on interrupted concrete structures. „Annales des Ponts et chaussées“, III. p. 181, 1907.

Mesnager, A. Efficiency of cement joints in joining old concrete to new. — Wirksamkeit des Zements beim Anschlusse alten Betons an neuen. — Efficacité des joints au ciment entre vieux et nouveau béton. „Eng. News.“, Dez. 12, 1907.

Bach, C. Zur Frage der Dehnungsfähigkeit des Betons mit und ohne Eiseneinlagen. (Versuchsergebnisse.) — La dilatabilité du béton armé et non armé. — On the question of the extensibility of concrete with and without the iron armourings (results of experiments). „Z. V. D. Ing.“, 29. Juni 1907.

Digitized by Google

The puddling effect of water flowing through concrete. — Abnehmende Wasserdurchlässigkeit von Beton. — Effet de colmatage obtenu sur un bloc de ciment traversé par un courant d'eau sous pression.
„Eng. Record", 1. Sept. 1906.

Taylor, W. Methods of testing cement for waterproofing properties. — Prüfungsverfahren für die Wasserdurchlässigkeit von Zementen. — Les essais du ciment au point de vue de son imperméabilité.
„Mun. Engng.", Oct. 1906.

Ellms, W. Some experiments on the permeability of cement-mortars to water under pressure. — Wasserdurchlässigkeit von Zementmörtel unter Druck. — Expériences sur la perméabilité des mortiers de ciment à l'eau sous pression.
„Engng. Rec.", New York, Oct. 27, 1906, „Béton armé", April 1907.

Gaines, R. H. The permeability of concrete and methods of waterproofing. — Die Wasserdurchlässigkeit des Zements und seine Dichtung — (Versuche des New Yorker Amtes für Wasserversorgung.) — Perméabilité du béton et méthode d'imperméabilisation à l'eau.
„Eng. News", 26. Sept. 1907.

Meade, K. Prevention of freezing in concrete by calcium chloride. — Verhütung des Frierens von Beton durch Calciumchlorid. — Sur l'emploi du chlorure de calcium pour prévenir la congélation du béton.
„Eng. Rec.", April 20, 1907, „Houille Blanche", Nov. 1907.

Havlik. Effect of steam curing on the crushing strength of concrete — Versuche über den Wert der Dampfbehandlung auf die Druckfestigkeit des Betons. — Effet de la vapeur sur la résistance du béton à l'écrasement.
„Eng. News.", 5. Sept. 1907.

Kirsch B. Eine Methode zur Bestimmung der Wärmedurchlässigkeit von Baumaterialien. — Méthode pour déterminer la perméabilité calorifique des matériaux de constructions. — A method of determining the heat-permeability of building materials. „Mitt. Techn. Gew. Mus.", 1906.

Cement for building construction. (Report of the Comm. of Nat. Fire Protection Assoc.) — Zement für Hochbauten vom Standpunkt der Feuersicherheit. — Le ciment pour la construction, au point de vue de la protection contre le feu.
„Eng. Record", June 8, 1907.

Essai du ciment et du béton.
Prüfung von Zement und Beton.
Tests of Cement and Concrete.

Burchartz, H. Die Prüfung von abgebundenem (erhärtetem) Zementmörtel und -Beton, sowie von Kalkmörtel auf mechanische Zusammensetzung. — Essai du mortier et du béton de ciment après prise ainsi que du mortier de chaux quant à la constitution mécanique. — The testing of set cement-mortars, cement-concretes and lime-mortars in regard to their mechanical composition.
„Mitt. Matprfgsamt", Heft 6, 1906.

Dibdin, W. J. The composition and strength of mortar. — Versuche über Zusammensetzung und Festigkeit von Mörtel. — Expériences sur la composition et la résistance des mortiers.
„Journ. R. Inst. Brit. Arch.", Dec. 22, 1906.

Grübler, M. Vergleichende Festigkeitsversuche an Körpern aus Zementmörtel. — Essais comparatifs sur des échantillons en mortier de ciment. — Comparative strength tests of cement mortar.
„Z. V. D. Ing.", Feb. 2, 1907.

Digitized by Google

Larned, E. S. The testing and use of Portland and natural cements. — Erprobung und Verwendung von Portland- und Romanzementen. — Essai et emploi de ciments Portland et romains. „Quarry", June 1907.

Pace, G. S. Essais à la compression et à la traction des mortiers de ciment Portland et sables divers pour le choix d'un sable normal italien. — Zug- und Druckversuche von Portlandzementen mit verschiedenen Sandarten für die Wahl eines italienischen Normalsandes. — Experiments on the compressive and tensile strengths of Portland cement mortars and sands of various kinds to enable choice to be made of an Italian normal sand. „Baumaterialienkunde", 1. u. 15. Sept. 1907.

Feret, R. A propos de la relation entre la résistance à la compression des mortiers hydr. et leurs volumes élémentaires. — Beziehung zwischen Druckfestigkeit, hydr. Bindemittel und dem Volumen ihrer Bestandteile. — On the relation existing between the resistance to compression of hydraulic mortars and the volumes of their constituents. „Baumaterialienkunde", 1. Nov. 1907.

Taylor, W. P. Simple tests of Portland cement. — Einfache Proben von Portlantzement für den Käufer. — Essais simplifiés du ciment Portland pour le consommateur. „Cement", Aug. 1907.

Kaufmann, G. Versuche über die Festigkeit von Schlackenzement. — Résultats d'essais effectués sur le béton de scories. — Tests of the strength of slag cement. „Beton und Eisen", Sept. 1907.

Taylor, W. P. Notes on compression tests of cement. — Zu den Druckversuchen mit Zement. — Note sur les essais de compression du ciment. „Cement Age", Sept. 1906.

Well, E. P. On the value of gauged neat Portland cement. — Vergleichs-Festigkeitsproben mit reinem Portlandzement. — De la résistance comparative des ciments Portland purs. „Concrete & Constr. Eng.", Sept. 1907.

Cement, Tests. Temperatures acquired by Portland cement while setting. Tests after setting at different temperatures and long-time tests. — Versuche mit Zement. Abbindungstemperaturen des Portlandzements. Versuche nach dem Abbinden bei verschiedenen Temperaturen und nach langer Lagerung. — Essais du ciment. Températures du ciment de Portland pendant la prise. Essais après durcissement à différentes températures et essais de durée. „Rep. Watertown Arsenal", 1907.

Essais sur les puzzolanes, executés aux Labor. de l'Ac. R. et à l'Inst. exper. des Chemins de fer de l'Etat à Rome. — Versuche über Puzzolane, ausgeführt im Laboratorium der königl. Akademie und der Versuchstation der italienischen Staatsbahnen. — Tests on puozzolanas, made in the Laboratories of the R. Ac. and of the Italian State Rys. „Assoc. ital. per gli studi sui mat. da costr.", 1907.

Hanisch, A. Versuchsergebnisse mit Beton. — Essais de béton. — Tests on concrete. „Mitt. Techn. Gew.-Mus.", S. 225—228, 1906.

Ornum, S. L. van. The fatigue of concrete. — Versuche über Grenzbelastungen bei Beton. — Essais de la résistance du béton jusqu'à sa limite d'élasticité. „Proc. Am. Soc. Civ. Eng.", Dec. 1906.

Tension and compression tests of concrete made at the Columbia Univ — Dehnungs- und Kompressionsversuche mit Beton auf der Columbia Universitat. — Essais de traction et de compression sur le béton. „Eng. Rec.", Dec. 8, 1906.

Tests of shear in concrete. — Scherproben mit Beton. — Les essais du béton au cisaillement. „Eng. Rec.", Dec. 15, 1906.

Digitized by Google

Humphrey, R. L. Investigations on concrete and kindred materials by the U. S. Geological Survey. — Versuche mit Beton und ähnlichen Materialien durch die U. S. Geological Survey. — Les essais des bétons et matériaux analogues par le service géologique des E. U.
„Concrete Const. Eng.", Nov. 1907.

Leduc E. et Pellet M. Essais sur le plâtre. — Gipsprüfung. — Investigations on plaster of Paris. „Bull. Lab. d'Ess.", Bull. Nov. 11—19. 1907.

Leduc, E. Essais sur le plâtre. Résultats. — Gipsprüfung. — Tests on plaster. Results. „Rev. Matériaux Const.", Mai 1907.

Untersuchung von Kalkmörtelproben. — Enquête sur les essais de mortier de ciment. — Cement mortar testing commission.
„Tonind.-Ztg.", Sept. 22, 1906.

Reiser, O. Beitrag zur Beurteilung von Mörtelproben. — Contribution à l'étude des essais de mortier. — Contribution to the study of the testing of mortar. „Tonind.-Ztg.", Sept. 6, 1906.

Winkler, R. Über die Haftfähigkeit des Mörtels an Ziegeln und Kalksandsteinen. — De l'adhérence des mortiers aux briques ordinaires et silico-calcaires. — On the adherence of mortar to bricks and lime-stone bricks. „Tonind.-Ztg.", Okt. 11., 1906.

The strength of lime mortar. (Dibdin's tests.) — Festigkeitsversuche von Kalksandmörtel bei verschiedenen Sandzusätzen. — Essais de résistance de mortiers de chaux. „Eng. Rec.", Jan. 9, 1907.

Feret, R. The adhesion of mortar and concrete. — Adhäsion von Mörtel und Beton. — L'adhérence du mortier et du béton.
„Cement", New York, Nov. 1906.

Über Prüfung der Ton- und Zementrohre. — Essais des tuyaux en grès et en ciment. — On the Testing of Stoneware and Cement Pipes.
Statspröveanstalten, Meddelelse, XIII, „Ingeniören", 1907, S. 211.

Aiken, W. A. The control of physical test results in Portland cement. — Die Kontrolle der Ergebnisse physischer Prüfungsverfahren des Portlandzements. — Contrôle des résultats des essais physiques sur le ciment Portland. „Proc. Am. Soc. Test. Mat", 1907.

Mc Cready, E. B. Avoidable causes of variation in cement testing. — Vermeidbare Fehlerquellen bei der Zementprüfung. — Causes évitables de variation dans les essais ciment. „Proc. Am. Soc. Test. Mat.", 1907.

Gary, M. Apparate zur Bestimmung der Abbindezeit von Zement. — Appareils pour déterminer la durée de prise du ciment. — Apparatus for the determination of the time taken by cement in setting.
„Mitt. kgl. Materialprfgsamt." Heft 5, 1906.

Mc Cready, E. B. A novel moist closet. — Ein neuer Abschluß gegen Feuchtigkeit. — Nouvelle fermeture étanche à l'humidité.
„Am. Soc. Test. Mat." 1907.

Appareil pour essayer le ciment à la traction. — Vorrichtung zur Erprobung des Zements auf Zug — An apparatus for testing the tensile strength of cement. „Ing. Ferroviaria", 16 Giull. 1907.

Leger, H. & Cramer, E. Apparat zur Prüfung des Kalkmörtels auf Kalkhydrat und Wassergehalt. — Appareil pour le dosage d'un mortier de chaux en chaux hydratée et eau — Apparatus for determining the hydrated lime and water present in a lime mortar. „Tonind.-Ztg.", 4. Mai 1907.

Digitized by Google

Appareil à essayer les bétons à la traction. — Maschine zur Prüfung der Festigkeit von Beton. — Apparatus for testing the resistance of concrete to tension. „Génie civil", Mars 23, 1907.

Betonstampfmaschine für Betonversuche. — Machine pour comprimer les éprouvettes en béton en vue des essais. — Machine for compressing concrete test-bars. „Tonind.-Zeit." 17. Aug. 1907.

Pierres naturelles et artificielles; leurs propriétés et leur essai. Kunst- und Natursteine, ihre Eigenschaften und Prüfung. Artificial and natural stones. Their Properties and Testing.

Hoyt, F. W. The strength of stone as affected by different methods of quarrying. — Einfluß der Gewinnungsart des Bruchsteins auf seine Festigkeit. — Le mode d'abatage et son influence sur la résistance des pierres. „Engng. News", Nov. 1, 1906.

Humphrey, R. L. Investigations of structural materials by the U. S. Geological Survey. — Prüfung von Baumaterialien am Laboratorium des U S. Geological Survey. — Essais des matériaux de constr., effectués au Labor. du service géologique des E. U. „Cement", Sept. 1907.

Watertown Arsenal. Tests. Brick and brick piers. Stone, miscellaneous. — Versuche mit Ziegel und Ziegelmauerwerk. — Essais sur la résistance des briques et des quais en briques. Rep. Watertown Arsenal, 1907.

Howard, J. E. Strength of brick and brick piers. — Versuche über Festigkeit von Ziegel- und Ziegelmauerwerk. — Essais sur la résistance des briques et des quais en briques.
„Am. Soc. Test. Mat.", 1907. „Eng. Rec.", Feb. 23, 1907.

Peters, N. Druckfestigkeit von Mauerwerk. — Résistance à la pression des murs. — Resistance of walls to pressure. „Tonind.-Ztg.", 7. Mai 1907.

Rassow, V. Über Untersuchung von Mauersteinen. (Druckfestigkeit und Wärmeleitung.) — Résistance et conductibilité calorifiques. Essais sur des pierres de construction. — Tests on stones for building.
„Zentralbl. Bauv.", 24. Apr. 1907.

Wernicke, Fr. Über Druckfestigkeit von Schamottesteinen. — Sur la résistance à l'écrasement des briques réfractaires. — The resistance to crushing of refractory bricks. „Stahl und Eisen", 13. Nov. 1907.

Seger, H. und **Cramer, E.** Über Druckfestigkeit von Schamotten. — Note sur la résistance à la pression des produits d'argile réfractaire. — The resistance of refractory products to pressure.
„Stahl u. Eisen", 10. April 1907. „Rev. Mat. Constr.", Sept. 1907.

Burchharts, D. Testing of building materials by the Sand-Blast-Apparatus. — Prüfung von Baumaterial mittels des Sandgebläses. — L'essai des matériaux de construction au moyen du jet de sable à vapeur.
„Engng. Ln.", Nov. 30, 1906. „Ing. Ferroviaria", 16. Nov 1907.

Kloes, J. A. van der. Fehler und Prüfung des Natursteines. — Défauts et essai des pierres naturelles. — Flaws in and methods of testing of natural stones. „Baumatk.", 1. Juli 1907.

Kloes, J. A. van der. Proben auf Druckfestigkeit von Natur- und Kunststeinen. — Essais à l'écrasement de pierres naturelles et artificielles. — Crushing Tests on natural and artificial stones.
„Baumatk.", 1., 15. Okt. 1907.

Hanisch, A. Erprobung einer freitragenden Stiegenstufe aus Beton und Eisen. — Epreuve d'un escalier en béton armé. — Testing of an unsupported step made of concrete and iron.
„Mitt. Techn. Gew.-Mus.", 1907, S. 7—9.

Digitized by Google

Hanisch, A. Druckfestigkeit und Abnützung natürlicher Bausteine. — Résistance et usure naturelle des pierres de construction. — The resistance of crushing and the wear of natural building-stones.
„Mitt. Techn. Gew.-Mus.", 1907, S. 83—91.

Hanisch, A. Erprobungen natürlicher Bausteine auf Gewicht, Festigkeit und Wasseraufnahme. — Epreuves des pierres naturelles de construction, poids, résistance, hygrométrie. — Tests on natural building-stones in regard to weight, strength, and water-absorption.
„Mitt. Techn. Gew.-Mus.", 1907, S. 139—156.

Hanisch, A. Resultate der Erprobung von Mauerklinkern. — Résultats d'essai de briques pour maçonnerie. — Results of tests of Dutch bricks.
„Mitt. Techn. Gew.-Mus.", 1907, S. 177—183.

Suenson, E. Zementmauersteine. — Briques de ciments. — Cement bricks.
„Ingeniören" 1907, S. 23.

Statspröveanstalten, Meddelelse XIV. Untersuchung über Zementmauersteine. — Essai de briques de ciments. — Investigation of the properties of cement bricks. „Ingeniören" 1907, S. 341.

Emperger, F. v. Die Tragfähigkeit von Mauerwerkspfeilern. — Résistance à la charge des piliers en maçonnerie. — The carrying capacity of masonry buttresses. „Z. d. ö. I. u. A.-V." 1907, Nr. 52.

Hanisch, A. Wert des Basaltes für die Beschotterung von Straßen. — Valeur du basalte pour l'empierrement des chaussées. — Value of basalt for road material. „Mitt. Techn. Gew.-Mus." 1907, S. 83—84.

Hanisch, A. Schubfestigkeit von Bausteinen. — Résistance des pierres au cisaillement. — Shearing strength of building-stones.
„Mitt. Techn. Gew.-Mus. 1906, S. 157—159.

Lord, E. C. E. Examination and classification of rocks for road building. — Prüfung und Klassifikation von Straßenbaumaterial. — Examen et classification des roches pour l'empierrement des routes.
„U. S. Public. Roads Bull." Nr. 31 (1907).

Leduc, E. La pierre silico-calcaire. — Über Erzeugung und Festigkeit von Kalk-Sandstein. — Notes on the manufacture and strength of lime-stone bricks. „Rév. Mat. Constr.", Sept. 1907.

Leduc, E. Sur la constitution intime des Calcaires. — Über den inneren Aufbau der Kalksteine. — On the interior architecture of limestone.
Lab. d'Ess. Cons. A. M., Bull. 10, 1907. Réun. M. franç. et belges, Oct. 27, 1907.

Malette, J. Note on the resistance of building-stones to frost. — Prüfungsverfahren der Bausteine bezüglich Frostbeständigkeit. — Sur la gélévité des pierres. „Builder, London", Sept. 15, 1906.

Walsh, F. Frost resistance of brick. — Frostbeständigkeit von Ziegeln. — Gélévité des briques. „Clay Rec." Nov. 15, 1907.

Schneider, C. Prüfung von Kaminsteinen auf Feuersicherheit im baupolizeilichen Sinne. — Essai de résistance au feu des briques pour cheminée. — Testing of chimney bricks as to fire-proof qualities from the point of view of the building-department.
„Mitt. kgl. Matpfrgsamt." Heft 6, 1906.

Jones, J. C. Efflorescence on brick walls. — Weiße kristallinische Ausblühungen auf Ziegelmauerwerk. — Substance cristalline blanche dont se couvrent certains murs en briques. „Quarry", Dec. 1906.

Michaelis sen., Dr. W. Zur Konstitution des Portlandzementklinkers. — Sur la constitution des briques de ciment Portland. — The constitution of Portland cement clinker. „Baumatk." 1./15. Febr. 1907

Digitized by Google

Bois. — Holz. — Timber.

Effect of duration of stress on strength and stiffness of wood. — Einfluß der Dauer der Beanspruchung auf die Festigkeit und Steifigkeit des Holzes. — Influence de la durée des efforts sur la résistance et la rigidité des bois. „Franklin Inst.", March 1907.

Julius, G. A. The hard woods of Western Australia. — Versuche an harten Hölzern Westaustraliens. — Essais sur les bois durs de l'Australie occidentale. „Engng.", Jan. 11, 1907, „Eng. Ln ", March 22, 1907.

Janka, V. Über die an der k. k. forstlichen Versuchsanstalt Mariabrunn gewonnenen Resultate der Holzfestigkeitsprüfungen. — Résultats d'essais officiels sur la résistance du bois. — The results of tests on the strength of timber made at the Imp. Forestry Institution at Mariabrunn. „Z. öst. Ing. u. A. V.", 9. u. 16. Aug 1907.

Hatt, W. Experiments on the strength of treated timber. — Festigkeitsversuche mit imprägniertem Holz. — Expériences sur la résistance du bois ayant reçu un traitement préservatif. „Forest Service U. S. Dept. Agr.", Cir. 39.

Watertown Ars. Wooden posts tests. — Proben mit Holzpfosten. — Essais de poteaux en bois. „Rep. Watertown Arsenal", 1907.

Tiemann, H. D. Effect of moisture upon the strength and stiffness of wood. — Einfluß der Feuchtigkeit auf Festigkeit und Steifigkeit des Holzes. — Influence de l'humidité sur la résistance et la rigidité des bois. „Forest Service U. S. Dep. Agr.", Bull. 70, 1906.

Tiemann, H. D. The strength of wood as influenced by moisture. — Einfluß der Feuchtigkeit auf die Festigkeit des Holzes. — Influence de l'humidité sur la résistance des bois. „Forest Serv. U. S. Dep. Agr.", Circ. 108, Aug. 1907.

Tiemann, H. D. The effect of moisture and other extrinsical factors upon the strength of wood. — Einfluß der Feuchtigkeit und anderer äußeren Faktoren auf die Festigkeit des Holzes. — Influence de l'humidité et d'autres facteurs sur la résistance des bois. „Am Soc. Test. Mat.", 1907.

Hatt, W. K. Second progress report on the strength of structural timber. — Zweiter Bericht über die Festigkeitsversuche mit Bauholz. — Second rapport sur les essais de résistance des bois de constr. „Forest Serv. U. S. Dep. Agr.", Circ. 118, Oct. 1907.

Cummings, R. A. The testing of wooden and reinforced concrete telegraph poles. — Proben mit Telegraphensäulen aus Holz und Eisenbeton. — Essais des poteaux en bois et en béton armé. „Am. Soc. Test. Mat.", 1907.

Nowotny. Lebensdauer und Gebrauchswert hölzerner Leitungsmaste in Österreich. — Durée et valeur pratique des poteaux en bois de lignes électriques en Autriche. — Life and practical value of wooden conducting poles in Austria. „Elektrotechnik und Maschinenbau", Wien. 1907, Nr. 48.

Nowotny, R. Zur Frage der Holzkonservierung im Telegraphenlinienbaue. — La préservation du bois des lignes télégraphiques. — On the timber-preservation question in the construction of telegraph lines. „Baumaterialienkunde", 1., 15. März 1907.

Janka, G. und Liburnau, L. von. Die Einwirkung von Süß- und Salzwässern auf die gewerblichen Eigenschaften der Hauptholzarten. — Influence des eaux douces et salines sur les propriétés pratiques

Digitized by Google

des principales essences de bois. — The action of fresh and salt waters on the industrial properties of the principal kinds of timber.
„Mitt. a. d. forstl. Versuchsw. Österr.", XXXII. Heft, Wien, W. Frick.

Vedel, P. Feinde des Holzes im Meerwasser, so wie Schutz gegen sie. — Les ennemis du bois dans la mer et sa protection contre eux. — Enemies of timber in sea-water and means of protecting it against them.
„Den tekn. Forenings Tidsskrift", 1907. S. 97.

Janka, G. Über neuere holztechnologische Untersuchungen. — Nouvelles recherches sur la technologie du bois. — On the more recent timber-technological investigations.
„Österr. Vierteljschr. f. Forstw.", 1906, S. 248.

Janka, G. Die Härte des Holzes. — La dureté du bois. — The hardness of wood.
„Mitt. d. k. k. forstl. Versuchsanst. in Mariabrunn", 1906, S. 193 u 241.

Alleman, G. Quantity and character of creosote in well-preserved timbers. — Menge und Beschaffenheit des Kreosots in gut imprägnierten Hölzern. — Quantité et nature de la créosote des bois bien imprégnés.
„Forest Serv. U. S. Dep. Agr." Circ. 98, May 1907.

Malenkovič, B. Neue Theorie der Holzconservierung (experimentell entwickelt). — Nouvelle théorie de la préservation du bois, développée expérimentalement. — New theory of timber preservation (experimentally worked out). „Baumaterialienkunde", 1. Nov., 15. Dez. 1906.

Crawford, C. G. The line of advance in wood preservation. — Fortschritte auf dem Gebiete der Holz-Konservierung. — Les progrès réalisés dans les procédés de préservation des bois. Directions suivies.
„Eng. News.", Feb. 7. 1907.

Lemaire, E. La Conservation des bois par les nouvelles méthodes d'imprégnation. — Die neuen Methoden der Holztränkung. — The preservation of timber by the new methods of impregnation.
„Génie civil", Avr. 13, 1907.

Roach, D. E. A new method of preserving timber. — Eine neue Methode der Holzkonservierung. — Nouvelle méthode de préservation des bois.
„Railw. Age", Sept. 20, 1907.

Nelson jr., J. Treatment methods for preservation of mine timbers — Konservierungsmethoden für Grubenholz. — Méthodes de traitement pour la préservation des bois de mines. „Ming. Rep." 21. Nov. 1907.

Papier. — Papier. — Paper.

Selleger, E. L. Leimfestigkeit der Papiere. — Les propriétés absorbantes ou imperméables des papiers Procédés d'appréciation. — The absorbing or water-proof properties of paper. „Papierfabrikant", 12. Okt. 1906.

Herzberg, W. Leimfestigkeit einseitig glatter Papiere. — De l'encollage des papiers satinés d'un côté. — The sizing of paper glazed on one side.
„Papier Fabkt.", 14. Dez. 1906.

Dalén, G. Flecke im Papier. — Les taches du papier. — Spots in paper.
„Mitt. kgl. Matprfgsamt", Heft 5, 1906.

Herzberg, W. Dauerversuche mit Papieren von verschiedener Stoffzusammensetzung. — Essais de durée sur papiers de différentes compositions. — Long-time experiments with papers of various consistency.
„Mitt. kgl. Matprfgsamt", 2. Heft, 1908.

Digitized by Google

Bartsch, Dr. C. Einwirkung schwacher Alkalilösungen auf chlormagnesiumhaltige Pergamentpapiere. — Influence de solutions alcalines faibles sur les papiers parcheminés contenant du chlorure de magnesium. — The action of weak alkaline solutions on parchment papers containing chloride of magnesium.
„Mitt. kgl. Matprfgsamt", 1. Heft, 1907.

Bartsch, Dr. C. Chlormagnesiumhaltige Pergamentpapiere. — Papiers parcheminés au chlorure de magnesium. — Parchment papers containing chloride of magnesium. „Mitt. kgl. Matprfgsamt , 3. Heft, 1907.

Bartsch, Dr. C. Einfluß höherer Wärmegrade auf die Festigkeitseigenschaften von Pergament, Pergamentersatz- und Pergamentpapieren. — Influence des hautes températures sur la résistance des papiers parcheminés. — Influence of high temperatures on the strength of parchment, Substitutes for parchment, and parchment papers.
„Mitt. kgl. Matprfgsamt", 5. Heft, 1907.

Bartsch, Dr. C. Neutralisierte Pergamentpapiere. — Papiers parcheminés neutralisés. — Neutralized parchment papers.
„Mitt. kgl. Matprfgsamt", 6. Heft, 1907.

Veitsch, F. P. Examination of papers. — Papierprüfung. — Essai du papier. „Bureau of Chemistry", Circ. Nr. 34, April 12, 1907.

Watertown Arsenal. Blue-print and brown-print paper tests. — Versuche mit Blau- und Braundruckgapier. — Essai de papiers au prussiate.
„Rep. Watertown Arsenal", 1907.

Kautschuk, Asphalt. — Caoutchouc, Asphalte. — Caoutchouc, Asphalte.

Caspari, W. A. Notes on gutta-percha and balata. — Über Guttapercha und Balata. — Sur la gutta-percha et le balata.
„Nat. Phys. Laboratory", vol. II, 1907. („Journ. Soc. Chem. Ind." Dec. 30. 1905.)

Allain. P. La régéneration du caoutchouc. Le caoutchouc brut et le caoutchouc usuel. Phénomènes qui accompagnent la vulcanisation. — Die Wiederherstellung von Kautschuk. Die Erscheinungen des Vulkanisierens. — Raw rubber and the ordinary product. Phenomena accompanying the vulcanising process. „Loco. Auto", Fév. 9, 1907.

Taris, E. Sur les propriétés de la gomme élastique. Variations du coefficient d'élasticité avec la température. — Über die Eigenschaften des elastischen Gummis. Änderung des Elastizitätskoeffizienten mit der Temperatur. — Variation of the coefficient of elasticity of rubber according to the temperature. „Techn. Auto", Janv., Fév. 1907.

Watertown Ars. Rubber belting tests. — Prüfung von Kautschukriemen. — Essais de courroies en caoutchouc. „Watertown Arsenal", 1907.

Darling, Ch. R. A Laboratory test for heat-isolating materials. — Versuche an Wärmeisoliermaterial. — Un essai de laboratoire pour calorifuges. „Engng.", Dec. 6, 1907.

Richardson, Cl. and **Forest, C. N.** The development of the penetrometer as used in the determination of the consistency of semi-solid bitumens. — Apparat zur Bestimmung der Konsistenz halbfester Bitumen. — Appareil pour la détermination de la consistance des bitumes semi-fluides. „Am. Soc. Test. Mat." 1907.

Kayser, H. Modernes Asphaltpflaster in Amerika — Le pavage moderne d'asphalte en Amérique. — Modern asphalte pavement in America.
„Baumaterialienkunde" 1./15. Jänner. 1./15. Febr. 1907.

Digitized by Google

Les huiles pour usages techniques. — Öle für technische Zwecke. — Oils for Technical Purposes.

Testing machine for Oils. Bearings, and Journals; Cooper's Hill College. — Prüfungsmaschine für Öle und Lager. — Machine d'essai pour les huiles. paliers et tourillons. „Engng.", 2. Nov. 1906

Rudeloff. Die Reibungsmaschine von Hopps. — Machine Hopps à essayer les huiles de graissage et les frottements dans les coussinets, etc. — The Hopps machine for testing lubricating oils and friction in bearings. „Dinglers P. J.", 16. März 1907.

Schmierölprüfung. Wend'sche Ölprüfmaschine mit Versuchen. — Essai des huiles de graissage machine Wend. — The testing of lubricants. The Wend testing machine with experiments. „Z. Dampfk.. Maschb.", 29. Nov., 6. Dez. 1907.

Parish, jr. W. F. Notes on lubrication. — Über Schmieröle. — Sur les huiles de graissage. „Electr. Eng. Ln.", Sept. 7, 1906.

Hutchins, Geo. P. Suitability of lubricants. — Über die Eignung von Schmiermitteln. — De l'appropriation des lubrifiants. „Power", Nov. 1906

Kirsch, B. Über die technisch-physikalische Prüfung von Schmiermaterialien. — Essai physico-technique des lubrifiants. — On the technico-physical testing of lubricating materials. „Mitt. Techn. Gew.-Mus ", 1906, S. 5—51.

Breuil, P. Notes sur quelques essais mécaniques et viscosimétriques d'huiles minérales ou végétales. — Mechanische und viscosometrische Versuche mit Mineral- und vegetabilischen Ölen. — Mechanical and viscosimetrical tests of mineral and vegetable oils. „Lab. d'Essais Cons. A. M.", Bull. 8. 1906.

Jervis. Friction of lard and machine oils. — Versuche über Reibung bei Anwendung festen und flüssigen Schmiermaterials. — Frottement de l'huile de lard et des huiles pour machines. „Am. Mach.", May 25, 1907.

Baron, Ch. Les huiles à graisser. — Schmieröle und ihre Prüfung. — Lubricating oils. „Mem. Soc. Ing. Civ.", Mai 1907.

Acheson. Deflocculated graphite. — Versuche über mit Gerbsäure behandelten Graphit. — Le graphite en flocons un nouveau lubrifiant. „Franklin Inst.", Nov. 30. 1907. „Loco Auto", Juillet 13, 1907.

Marcusson, D. J. Die Ursache der optischen Aktivität des Erdöls. Ein Beitrag zur Frage der Entstehung des Erdöls und der Asphalte. — Causes de l'activité optique du pétrole. Centributions à l'etude de la genèse du pétrole et de l'asphalte. — The cause of the optical activity of petroleum. A contribution to the question of the origin of petroleum and the asphaltes. Mitt. kgl. Matprfgsamt. 1907, 3 Heft.

Holde, Dr. D und **Eickmann, Dr. R.** Über verharzte Produkte in Mineralölen. — Produits de suroxydation des huiles minérales. — On resinous products in mineral oils. Mitt. kgl. Matprfsamt. 1907, 3. Heft.

Ubbelohde. Bestimmung der Siedegrenze von Petroleum. — Détermination des points d'ébullition du pétrole. — Determination of the boiling-point of petroleum. Mitt. kgl. Matprfsamt. 5. Heft, 1907.

Digitized by Google

La rouille et les anti-oxydant. — Rosten und Rostschutzmittel. — Corrosion and its Preventitives.

Hinrichsen, Dr. F. W. Zur Kenntnis des Einflusses von Koksasche auf den Rostangriff von Eisen. — Contribution à l'étude de l'influence de la cendre de coke sur la corrosion du fer. — On the knowledge of the influence of coke ash on the attacks of corrosion on iron.
„Mitt. kgl. Matprfgsamt.", 1907, 6. Heft.

Cushman, A. S. The corrosion of iron. — Das Rosten von Eisen. — La rouille du fer. „Am. Soc. Test. Mat.", 1907.

Waker N. H., and Dill, C. The influence of stress upon the corrosion of iron. — Der Einfluß der Inanspruchnahme auf das Rosten. — Influence des efforts sur la corrosion du fer.

Rothe, J., und Hinrichsen, Dr. F. W. Über die Angreifbarkeit von Metallen durch feuchte Luft bei Gegenwart von Kohlensäure und schwefliger Säure. — Oxydabilité des métaux à l'air humide en présence d'acide carbonique et d'acide sulfurique. — On the degree in which metals are exposed to the attacks of moist air in presence of carbonic acid and sulphurous acid. „Mitt. kgl. Matprfgsamt.", Heft 6, 1906.

Fraser, G. The corrosion of acid and basic steel. — Versuche über Anfressungen von saurem und basischem Stahl. — Corrosion de l'acier acide et basique. „Iron. Age.", Apr. 18, 1907.

Wehner, H. Rost in Wasserleitungen, Schutz- und Vorbeugungsmittel. — La rouille dans les conduites d'eau. Moyens de prévention et dé préservation. — Rust in water-pipes, preventatives, and methods of preservation. „Gesundheits-Ing.", 20. April 1907.

Speller. The corrosion of iron and steel. — Versuche über die Korrosion von Eisen und Stahl. — Corrosion du fer et de l'acier.
„Iron Age.", July 14, 1907

Cook, J. B. The deterioration of structural steel by corrosion and electrolysis. — Über Zerstörung von Stahl durch Korrosion und Elektrolyse. — Destruction de l'acier des charpentes par corrosion et électrolyse.
„Arch. Builder's Mag.", Oct. 1906.

Committees Report. The Corrosion of reinforced metal in cinder concrete floors. (Report of a Committee in San Francisco.) — Die Corrosion der Armierung in mit Asche angemachtem Beton. (Kommissionsbericht.) —. La corrosion du métal dans le béton armé de laitiers.
„Eng. News.", Nov. 1, 1906.

Kendson, A. A. Electrolytic corrosion of iron and steel in concrete — Versuche über elektrolyt. Zerstörung von Eisen und Stahl im Beton. — Corrosion électrolytique du fer et de l'acier dans le béton.
„Proc. Am Inst. Electr. Engrs.", Feb. 1907.

Fox, W. H. The corrosion of steel in reinforced cinder concrete. — Versuche über Korrosion des Stahles in Aschebeton. — Corrosion du fer et de l'acier dans le béton de laitier armé.
„Eng. News.", May 23, 1907.

Cushman. The electrolytical theory of the corrosion of iron. Elektrolytische Theorie der Korrosion des Eisen. — Théorie électrolytique de la corrosion du fer. „Iron Age". 8. Aug. 1907.

Langmuir, J. The relation between polarisation and the corrosion of iron pipes by stray currents. — Erfahrungen über Korrosion von Eisenröhren durch vagabundierende Ströme. — Relation entre la polarisation et la corrosion des tuyaux en fer par les courants vagabonds.
„Stevens Ind." Oct. 1907.

Digitized by Google

Perry, R. S. The physical properties of paint films. — Die physikalischen Eigenschaften der Deckschichte des Anstrichs. — Propriétés physiques des peintures. „Am. Soc. Test. Met.", 1907.

Smith, J. C. Physical testing of oil-varnishes. — Physikalische Prüfung der Ölanstriche. — Essai physique des vernis à l'huile. „Am. Soc. Test. Mat.", 1907.

Hughes, L. S. Deleterious ingredients in paints — Schädliche Bestandteile in Anstrichmasse. — Eléments délétères des peintures. „Am. Soc. Test. Mat.", 1907.

Cheesman, F. P. Priming coats for Metal Surfaces. Linseed oil as paint. — Grundierung für Metallanstriche. — Peinture de première couche pour métaux. „Am. Soc. Test. Mat.", 1907.

Spang, P. H. Über die Deckkraft der Anstrichfarben. — Pouvoir couvrant des peintures. — On the covering capabilities of paints. „Eng. News", Aug. 8, 1907. „Tekn. Forenings Tidsskrift", 1907, S. 131.

Carulla, F. J. R. A new blue-black iron paint as protective covering. — Ein neues, aus einem Eisenoxyd bestehendes Rostschutzmittel. — Nouvelle peinture protectrice bleue-noire. „Iron and Steel Inst.", Bd. 3, 1907. „Mech. Engr. Lond.", Sept. 28, 1907.

Stern, L. M. Rust prevention. — Über Rostschutz. — Protection contre la rouille. „Iron Age", 31. Nov. 1907.

Rhodin. Corrosion of copper and copper alloys. — Erklärung der Korrosion von Kupfer und Kupferlegierungen mit Versuchen. — La corrosion du cuivre et des alliages du cuivre. „Engr. Ldn.", 19. Juli, 2. Aug. 1907.

Ladd, E. F. Paint Legislation. — Gesetzliche Normierung über Anstrichmittel. — Prescriptions légales sur les peintures. „Am. Soc. Test. Mat.", 1907.

Divers. — Diverses. — Miscellaneous.

Breckenridge, L. P. The Engineering Experiment Station of the University of Illinois. — Das Versuchslaboratorium der Universität in Illinois. — Le laboratoire d'essais mécaniques de l'Université d'Illinois. Univ. Ill., Bull. Nr. 33, 1906.

Simonson, A. A Steel-Foundry Laboratory. — Laboratorium für Stahlgußuntersuchung — Laboratoire de fonderie d'acier. „Foundry", Sept. 1906.

Königliches Materialprüfungsamt in Groß-Lichterfelde, Berlin W. — Le laboratoire royal d'essai des matériaux à Berlin. — The Royal Laboratory for the testing of material at Berlin. „Gießerei-Ztg.", 15. Nov. 1906.

The New Testing Laboratory at Charlottenburg. — Das neue Materialprüfungs-Laboratorium in Charlottenburg. — Le nouveau laboratoire d'essai de Charlottenburg. „Eng. Ln.", March 29, 1907.

Kayßer. Wie muß das Hauptlaboratorium eines neuzeitlichen Eisenhüttenwerkes beschaffen sein? — The creation of a Laboratory for a modern ironwork. — Ce que doit être le laboratoire central d'un établissement siderurgique moderne. „Stahl u. Eisen", 11., 18. Sept. 1907.

The National Physical Laboratory as a Commercial Testing Establishment. — Das National Physical Laboratory als gewerbliche Prüfungsanstalt. — Rôle commercial du National Physical Laboratory. „Engr. London", Febr. 15, 1907.

Digitized by Google

Government work in the testing of materials. — Über die Mitwirkung der Regierung im Versuchswesen. — Rôle du Gouvernement dans l'essai des matériaux. „Engng. News", Oct. 17, 1907.

The new hydraulic and cement-testing Laboratories at the University of Pennsylvania — Das neue hydraulische Zementprüfungslaboratorium an der Universität Pennsylvania. — Nouveaux laboratoires d'essai des ciments hydrauliques de l'Université de Pensylvanie. „Engng. Rec.", Oct. 1906.

Marburg, E. The Lesley Cement Laboratory, University of Pennsylvania. — Das Lesley-Zement-Laboratorium der Universität in Pennsylvania. — Le Laboratoire Lesley du ciment, Université de Pensylvanie. „Engng. Rec.", Nov 3, 1906. „Cement Age", Nov.

Wilson, H. M. Structural materials testing laboratories of the United States Geological Survey, St. Louis, Missouri. — Laboratorium für mechanische Materialprüfungen der Technik der U. S. G. S. in St. Louis. — Laboratoires d'essais mécaniques des matériaux de construction du service géologique des E. U. à St. Louis. „Engng. News", Oct. 17, 1907.

Humphrey, R. L. The equipment and work of the U. S. Government Concrete-Testing Laboratory at St Louis, Missouri — Einrichtung und Tätigkeit des staatl. Betonlaboratoriums in St. Louis. — Outillage et traveaux du Laboratoire d'essai du béton du Gouvernement des E. U. à St. Louis. „Eng. Con.", Sept. 25. 1907.

Organisation of the bureau of Chemistry. — Chemische Reichsanstalt der Ver. Staaten. — Office pour les recherches chimiques des Etats Unis. „Bureau of Chemistry, U. S. Dep. Agr.", Circular 14, Oct. 10, 1907.

Hannover, H. I. Jahresbericht der Staatsprüfungsanstalt für 1906. — Rapport annuel du Laboratoire national d'essai. — Annual Report of the State Testing Etablishment, 1906. „Ingeniören" 1906, S. 162 u. 169.

Stratton, S. W. The National Bureau of Standards. — Dep. Commerce and Labor U. S. A. — Le National Bureau of Standards. „Am. Soc. Test. Mat.", 1907.

Humphrey, R. L. The Structural Materials Testing Laboratories, U. S. Geological Survey. Progress during the fiscal year ending June 1, 1907. — Die Versuchslaboratorien der U. S. Geological Survey. Arbeiten im Jahre 1907. — Les laboratoires d'essai des matériaux de construction du service géologique des E. U. Progrès en 1906—1907. „Am. Soc. Test. Mat.", 1907.

Framin. Bericht über die Tätigkeit des Laboratoriums des Vereines Deutscher Zementfabrikanten. Versuche und Resultate. — Expériences et résultats obtenus au laboratoire des Ver. Deutsch. Zem. Fabr. Rapport spécial. — Laboratory of the German Cem. Man. Synd. Special report on work done. „Tonind.-Ztg.", 13. Juli 1907.

Bakenhus, R. E. Labor-saving devices in a Cement Laboratory. — Arbeitsparende Einrichtungen in Cement-Laboratorien. — Appareils automatiques d'un laboratoire de ciment. „Am. Soc. Test. Mat.", 1907.

Greenman, R. S. Some problems of a cement-inspecting Laboratory — Einige Aufgaben eines Laboratoriums für Zementprüfung. — Quelques problèmes pour un laboratoire de contrôle du ciment. „Am. Soc. Test. Mat.", 1907. „Cement Age", Nov. 1907.

Ausstellung für Härtetechnik. — Exposition de l'art de trempe. — An exhibition of the art of tempering. „Eisen-Ztg.", 8., 15. Sept. 1906.

Dudley, Charles B. The Enforcement of Specifications. — Die Wichtigkeit der Bedingnishefte. — Mise en vigueur des spécifications. „Am. Soc. Test. Mat.", 1907.

Digitized by Google

Ehrenwert. Zur einheitlichen Bezeichnung von Eisen und Stahl. — Nomenclature uniforme du fer et de l'acier. — On uniformity in the nomenclature of iron and steel.
„Öst Ztg. f. Berg- und Hüttenw.", 1907, Nr. 44.

Brough, B. H. Comments by members of the Inst. on the report of the Committee on the uniform nomenclature of iron and steel. — Zum Bericht des Komitees des Iron and Steel-Instituts über Vereinheitlichung der Nomenklatur von Eisen und Stahl. — Commentaires sur le rapport du Comité pour l'uniformisation de la nomenclature des fers et aciers.
„Iron and Steel Inst.", Excerpt. Nr. III, 1907.

Knight, P. H. and **Skinner, C. G.** The raw material supply. — Die Beschaffung von Rohmaterialien. — L'approvisionnement en matières premières.
„Am. Soc. Test. Mat.", 1907.

Feret. L'étude de l'industrie du plâtre en France et à l'étranger. — Die Gipsindustrie in Frankreich und im Auslande. — Study on the plaster industry in France and abroad.
„Réunion des membres franç. et belg.", 27 avr. 1907.

Comptes rendus de la Vème Réunion de l'Ass. italienne pour l'étude des matériaux de constr. à Rome 1907, et Introduction à ces comptes rendus. — Bericht über den V. Kongreß des Italienischen Verbandes zu Rom 1907 mit Einleitung hiezu. — Proceedings of the Vth Congress of the Italian Soc. Test. Mat. in Rome 1907, with introduction.
„Assoc. ital. per gli studi sui materiali da costruzione."

The Committee's report: Fire tests with glass. — Feuersicherheitsprobe von Drahtglas. — Essais sur la résistance réfractaire du verre armé.
Brit. Fire Prev. Comm. R. B. Nr. 116, 1906.

The Committee's report: Fire tests with two ferro-asbestic doors. — Feuersicherheitsprüfung von zwei eisernen, asbestgeschützten Türen. — Essai sur la résistance réfractaire de deux portes en fer recouvertes par asbeste. Brit. Fire Prev. Comm R. B. Nr. 117, 1906.

III.

Livres parus*). — Erschienene Bücher*). — New books*).

Lübeck, O. Festigkeitslehre. 8. Aufl. — Strehlitz 1907. Polytechn. Verlag M. Hettenkofer. — Leçon sur la résistance des matériaux. — Strength of materials.

Glinzer, E. Kurzes Lehrbuch der Festigkeitslehre für Baugewerksschule und Baupraxis. 3. Aufl. — Leipzig 1907. H. A L. Degener. — Précis sur la résistance des matériaux. — Short textbook on the strength of materials.

Baumann, R. Die Festigkeitseigenschaften der Metalle in Wärme und Kälte. — Stuttgart 1907. A. Kröner. — Résistance des métaux à chaud et à froid. — The strength of metals under heat and cold.

Pinegin. Versuche über den Zusammenhang von Biegungsfestigkeit und Zugfestigkeit bei Gußeisen. Forschungsarbeiten. Heft 48. — Berlin 1907.

*) Les livres parus en Amérique seront mentionnés dans un numéro ultérieur. — Die in Amerika erschienenen Bücher werden später nachgetragen. — The books published in America will be given in a later issue.

Digitized by Google

J. Springer. — Essai sur le rapport entre la résistence à la flexion et celle à la tension du fer fondu. — Tests on the relation between the breaking stress and the tensile stress of cast iron.

Marks, Edward, C. R. Mechanical engineering materials; their properties and treatment in construction. New edition. — Manchester 1907. The Technical Publ. Comp. — Eigenschaften und Verwendung der Materialien im Maschinenbau. — Matériaux de la construction mécaniques; propriétés et traitement.

Lexton, A. H. Elementary text-book of metallurgy. 4. th. ed. — London 1907. Griffin & Co. — Elemente der Metallurgie. — Eléments des métallurgie.

Campbell, H. H. The manufacture and properties of iron and steel. 4. th. ed. — London 1907. Engineering and Mining Journal. — Erzeugung und Eigenschaften von Eisen und Stahl. — Fabrication et propriétés du fer et de l'acier.

Wedding, H. Grundriß der Eisenhüttenkunde. 5. Aufl — Berlin 1906. W. Ernst & Sohn. — Eléments de sidérurgie. — Sketch of the fundamental principles of the metallurgy of iron.

Bilecki, A. Die Baumaterialien. Das Eisen und seine Verarbeitung. Lichtbildervortrag. — Wien 1907. A. Pichlers Wwe. & Sohn. — Les matériaux de construction. Le fer et son usinage. — The building materials. Iron and its manipulation. Lecture illustrated by pictures on the screen.

Goerens, P. Einführung in die Metallographie. — Halle 1906. W. Knapp. — Introduction à la metallographie. — Introduction to Metallography.

Ledebur, A. Handbuch der Eisenhüttenkunde. 5. Auflage. I. Abteilung: Einführung in die Eisenhüttenkunde — Leipzig 1906. A. Felix. — Manuel de Sidérurgie. I. Introduction à la sidérurgie. — Handbook of the Metallurgy of Iron. 5th edition. I. Section. Introduction to Metallurgy of Iron.

Ledebur, A. Die Legierungen in ihrer Anwendung für gewerbliche Zwecke. 3. Aufl. — Berlin 1906. M. Krayn. — Usages industriels des alliages. — The Alloys in their Application to Industrial purposes.

Reiser, F. Das Härten des Stahles in Theorie und Praxis. 4. Aufl. Leipzig 1906. A. Felix. — Trempe de l'acier; théorie et pratique. — The Tempering of Steel in Theory and in Practice.

Hoffmann, O. Qualitätsstähle. Das Wesen und die Behandlung derselben. — Krefeld 1906. J. Greven. — Aciers fins; leur nature, leur traitement. — High Quality Steel.

Hort, H. Die Wärmevorgänge bei Längen von Metallen. Forschungsarbeiten. Heft 41. — Berlin 1907. J. Springer. — Les phénomènes calorifiques pendant l'allongement des métaux. — The quantity of heat produced in the stretching of the metals.

Martens A. Die Meßdose als Kraftmesser in der Materialprüfmaschine. Forschungsarbeiten. Heft 38. — Berlin. J. Springer. — Appareils à membrane pour la mesure des forces dans les machines d'essai des matériaux. — The measuring-box as load measurer in the testing of materials.

Pintsch, J. Widerstandsfähigkeit verschiedener Metalle gegen die Einwirkung der Verbrennungsgase von Gasmotoren. (Sonderabdruck aus „Die Gasmotorentechnik".) — Berlin 1906. Boll & Pickhardt. — Résistance de divers métaux à l'action des gaz de combustion de moteurs à gaz. — Resistance of various Metals to the Combustion-Gases of Gas-Motors.

Woodworth, J. O. Punches, dies, and tools for manufacturing in presses London 1907. Lockwood. — Stempel, Stanzen und Werkzeuge für Pressen. — Matrices et outils pour l'estampage, etc.

Digitized by Google

Buchner, G. Die Metallfärbung und deren Ausführung mit besonderer Berücksichtigung der chem. Metallfärbung. — Verlag: M. Krayer in Berlin, 1906. — La coloration des métaux; coloration chimique. — Metal-staining.

Féret, R. Etude expérimentale du ciment armé. Verlag: Gauthier-Villars, Paris, 1906. Experimentelle. Studie über Betoneisen. — Experimental study of reinforced cement.

Mesnager, A. Commission du ciment armé. Expériences, rapports, propositions et intentions ministérielles. — Dunod et Pinat Paris, 480 p. 1907. — Ausschußbericht über Eisenbeton. — Committee on reinforced cement.

Chabert, F. Le ciment armé dans les cuveries et les caves de conversation — Verlag: Coulet, Montpellier. 1906. — Betonnisen in Wein- und Konservierungskellern. — Reinforced cement in the wine-vaults and convivial cellars.

Schüle, F. Resultate der Untersuchung von armiertem Beton auf seine Zugfestigkeit und auf Biegung unter Berücksichtigung der Vorgänge beim Entlasten. — Verlag: Speidel, Zürich, 1906. — Résultats de l'essai du béton armé. — Tests on the tensile strength and flexibility of reinforced concrete with special regard to its behaviour on release from load.

Shitkewitch, N. A. Monolität der Betonbauten. — Forscherarb. a. d. Geb. d. Eisenbetons. — W. Ernst & Sohn. Berlin, 1906. — Construction monolithes en beton armé — Monolithicity of concrete structures.

Emperger, F. v. Die Abhängigkeit der Bruchlast vom Verbunde und die Mittel zur Erhöhung der Tragfähigkeit von Balken und Eisenbeton. — Forscherarb. a. d. Geb. d. Eisenbetons, V. Heft. — Verlag: W. Ernst & Sohn, Berlin, 1906. — Le scellement entre béton et fer comme mesure de la résistance jusqu'à la rupture des poutres. — The bond between concrete and steel as a mesure for the bearing strength of beams.

Probst, E. Das Zusammenwirken von Beton und Eisen. — Forscherarb.a. d. Geb. d. Eisenbetons, VI. Heft. — Verlag: W. Ernst & Sohn, Berlin. 1906. — L'action simultanée du béton et fer. — The working-together of concrete and steel.

Emperger, F. v. Versuche mit Säulen aus Eisenbeton und Betoneisen. — Forscherarb. a d. Geb. d. Eisenbetons, VIII. Heft. — Verlag: W. Ernst & Sohn. — Essais de piliers en béton armé. — Tests on concrete iron and ferro-concrete columns.

Bach, C. Versuche mit Eisenbetonbalken. I. u. II. Teil. Forschungsarbeiten. Heft 40. 45 – 47. — Berlin 1907. J. Springer. — Essais sur poutres en béton armé. — Tests on iron concrete beams.

Bach, C. Versuche mit einbetoniertem Thacher-Eisen. Forschungsarbeiten. Heft 40. — Berlin 1907. J. Springer.

Haimovici, E. Graphische Tabellen und graphisch dargestellte Formeln zur sofortigen Dimensionierung von Eisenbeton-Plattendecken, resp. Plattenbalken bei beliebiger, aber wirtschaftlich rationeller Ausnützung der Materialien, Eisen und Beton, hinsichtlich ihrer Inanspruchname auf Zug und Druck. — Verlag: B. G. Teubner, Leipzig. — Graphiques pour le calcul des planchers en béton armé etc. — Tables and formulae for dimensioning iron concrete ceilings and beams.

Barkhausen, G. Theorie der Verbundbauten in Eisenbeton und ihre Anwendung. (Sonderabdr.) — Wiesbaden, 1907. Kreidel. — Théorie des constructions mixtes en béton armé; son application. — Theory ob combination structures in ferro-concrete and their application. (Reprint.)

Digitized by Google

Guidi, Camillo. Le costruzioni in beton armato. 2. ed. — Turin 1907. — Les constructions en ciment armé. — Ferro-concrete construction. 2nd ed.

Pesenti, Cesare. Il cemento armato ed il cemento semiarmato ricerche teoriche e loro practiche applicazioni. — Bergamo, 1907. — Le ciment armé et semi-armé. — Reinforced and semi-reinforced cement. — Theoretic researches and practical applications.

Cassal H. J. S. Glues and cements. — London, 1906. L. U. Gill. — Colles et ciments. — Leim und Zement.

Rice H. H. u. Torance, W. M. Manufacture of concrete blocks and their use in building construction. — Verlag: Constable, London 1906. — Betonblocke im Bau. — Fabrication de blocs en ciment; leur emploi.

Grübler, M Vergleichende Festigkeitsversuche an Körpern aus Zementmörtel. Forschungsarbeiten. Heft 39. — Berlin 1907. J. Springer. — Essais comparatifs sur le mortier de ciment. — Comparatif tests on cement mortar.

Meade, R. K. Portland cement, its composition, etc. New edition. — London 1907. Williams & Norgate. — Portlandzement. — Le ciment Portland.

Stoffler, E. La pierre artificielle. Fabrication des briques engrès silico calcaires. — Paris 1907. Tignol. — Kunststeine. — Artificial stone. Manufacture of silico-calcareous sand bricks.

Zschokke, B., und Moser, Dr. R. Resultate der technologischen Untersuchung der schweizerischen Tone. Mitt. der Eidg. Materialpfgsanst. Zürich. 11. Heft. — Zürich 1907. E. Speidel. — Recherches sur les argiles suisses. — Tests on swiss clay.

Grabenmann, U. Die kristallinen Schiefer. II. Teil. — Berlin 1907. Gebr. Borntraeger. — Les ardaises cristallines. — The crystalline slates. II part.

Fritsch, J. Les huiles et graisses d'origine animale. — Paris 1906. Desforges. — Animalische Fette und Schmiermittel. — The animal oils and greases.

Heffter, G. Technologie der Fette und Öle. (4 Bände.) — Berlin 1906. Jul. Springer. — Technologie des graisses et huiles. (4 vol.) — Technology of the fats and oils. (4 vols.)

Höfer, H. Das Erdöl und seine Verwandten. — Braunschweig 1906. F. Vieweg & Sohn. — Le pétrole et les substances connexes. — Petroleum and its kindred oils.

Zimmermann, Wilh. Wasserfeste und waschechte Holzbeizen. — Zürich 1907. A. Wehner. — Macération du bois. — Waterproof and washing-proof wood-mordants.

Henry, Y. Le caoutchouc dans l'Afrique occidentale française. — Paris 1906. Challamel. — Caoutchouc in French East Africa.

Hall, Ch. H. The chemistry of paints and paint vehicles. — Archibald Constable & Co. Ltd., London 1906 — Chemie der Anstriche und fahrbare Anstrichvorrichtungen. — La chimie des peintures.

Winzer, Ant. Papiermache und Zelluloid. Eine ausführliche Darstellung ihrer Bereitung und Verwendung für Gebrauchs- und Luxusgegenstände. 4. Aufl. — Leipzig 1907. B. F. Voigt. — Papier-maché et celluloïd. — Papier-mâché and celluloid. A detailed description of their manufacture and application in the form of articles of daily use and luxury. 4th edition.

Erdmann u. König. Grundriß der allg. Warenkunde unter Berücksichtigung der Mikroskopie und Technologie. — Verlag: J. A. Barth, Leipzig 1906. (14. Auflage.) — Les marchandises, en general, examen microscopique et technologie. — Compendium of general knowledge of commercial wares, with special regard to microscopy and technology.

Digitized by Google

MITTEILUNGEN
DES INTERNATIONALEN VERBANDES FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

Erscheinen in zwanglosen Heften, wenigstens 4 mal jährlich, in deutscher, französischer und englischer Ausgabe. Für Mitglieder des Verbandes unentgeltlich.

WIEN, März 1909. Nr. 4.

Preis dieser Nummer für Nichtmitglieder M 0.50. Kommissionsverlag für die deutsche Ausgabe: J. Springer, Berlin N. 24, Monbijouplatz 3.

Inhalt: Der V. Kongreß in Kopenhagen 1909. Programm und Liste der Berichte. — Personalien. — Protokoll der XVIII. Vorstands-Sitzung.

Dieser Nummer liegt das Einladungsschreiben des Organisations-Komitees des V. Kongresses in Kopenhagen bei.

Der V. Internationale Materialprüfungs-Kongreß in Kopenhagen 1909.

Der V. Kongreß des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik findet unter dem Allerhöchsten Protektorate Sr. Majestät des Königs Frederik VIII. von Dänemark in der Zeit vom 7. bis 11. September d. J. in Kopenhagen statt.

An diesem Kongreß nehmen außer den Vertretern der Behörden nur Mitglieder des Verbandes teil.*)

Das Programm des Kongresses ist folgendes:

Dienstag, den 7. September: Plenarversammlung.

Feierliche Eröffnung des Kongresses in Anwesenheit Seiner Majestät des Königs.

Begrüßung der Delegierten und der Mitglieder.

Ansprache des Ministerpräsidenten.

Geschäftsbericht des Verbandspräsidenten.

Vortrag des Herrn Ing. *Poul Larsen*, Vorsitzender der Aktiengesellschaften der Aalborger Portland-Zement-Fabriken. „Über die Entwicklung der Zementindustrie in Dänemark".

Abends Empfang beim dänischen Ingenieurverein.

*) **Bezüglich der Mitgliedschaft siehe Seite 23.**

Digitized by Google

Mittwoch, den 8. September: Sitzungen der Sektionen.
Abends Empfang der Kongreßmitglieder im Rathause durch die Stadtverwaltung, hernach Besuch im Tivoli.

Donnerstag, den 9. September: Sitzungen der Sektionen.
Abends frei.

Freitag, den 10. September: Sitzungen der Sektionen.
Hernach Besichtigung des Hafens von Kopenhagen mittelst Dampfer, Diner im Seebad Skodsborg.

Sonnabend, den 11. September: Vollversammlung. Schlußsitzung des Kongresses. Bericht der Sektionen und Beschlußfassung. Vortrag von Herrn *J. E. Stead* F. R. S. aus Middelsborough „Über die praktische Anwendung der Mikroskopie bei Prüfung von Metallen und Legierungen". (Englisch.) Kongreßschluß. Hernach Ausflug nach Helsingör. Besuch des Schlosses Kronborg und Abschiedsfeier in Marienlyst.

An den Kongreßtagen finden Besichtigungen verschiedener technischer Sehenswürdigkeiten in Kopenhagen statt.

Der Kongreßbeitrag ist mit 20 dänischen Kronen (26·70 Frs.) für Herren und mit 12 dänischen Kronen (16 Frs.) für Damen festgesetzt.

Anmeldungen werden bis spätestens 1. Juni bei den Vorstandsmitgliedern oder Vertrauensmännern des betreffenden Landes unter Einsendung des Betrages erbeten, welche die Anmeldungen an das Organisations-Komitee Kopenhagen (Adresse: Dansk Ingenieurforening, Amaliegade 38, Kopenhagen), eine Abschrift hievon an das Generalsekretariat Wien, II., Nordbahnstraße 50, absenden werden.

Nach dem Kongreß: **Große Schlußexkursionen** von Sonntag, den 12. September bis Freitag, den 17. September (inkl.)

Sonntag, den 12. September abends: Abfahrt mittelst Dampfer nach Aalborg zum Besuch der dortigen Zementfabriken. Von da entweder mittelst Eisenbahn nach Skagen oder an die Nordseeküste zur Besichtigung der großen Uferschutzbauten von Tyborön. Die Teilnehmer beider Exkursionen vereinigen sich in Aarhus zur Besichtigung der dortigen Landesausstellung. (Die Kosten dieser Exkursion sind in dem Kongreßbeitrag nicht eingerechnet.)

Digitized by Google

Kongreßberichte.

Dem Kongresse werden folgende Berichte vorliegen, welche Verbandsmitgliedern und den Kongreßteilnehmern je nach den sprachlichen Bedürfnissen deutsch, französisch oder englisch in den „Mitteilungen" rechtzeitig vor dem Kongresse zukommen werden. Die Kongreßteilnehmer erhalten überdies die „Ergänzungshefte zu den Kongreßschriften" zugesandt, welche einzelne Berichte in erweiterter Form, aber nur in der Originalsprache des Berichtes bringen sollen. Diese Ergänzungshefte werden, wie die Mitteilungen selbst, im Buchhandel erhältlich sein.

A. Metalle.

a) **Metallographie:** Offizieller Bericht zur Hauptfrage *a)* von *E. Heyn,* Groß-Lichterfelde.

Die Spezialstähle von *L. Guillet,* Paris.

Einfluß der Wärmebehandlung auf Federstahl von *L. H. Fry,* Paris.

Über ein Thema der Metallographie von *W. Rosenhain,* Teddington.

b) **Härteprüfung im allgemeinen.** Offizieller Bericht zur Hauptfrage *b)* von *P. Ludwik,* Wien.

Vereinfachter Apparat für Kugeldruckproben von *E. Heyn* und *A. Martens,* Gr.-Lichterfelde.

Die Anwendung der Kegeldruckprobe zur Härtebestimmung von Eisenbahn-Oberbaumaterial von *A. Geßner,* Wien.

Über Brinells Härteprüfung von *H. Moore,* London.

c) **Schlagproben:** Offizieller Bericht zur Hauptfrage *c)* von *G. Charpy,* Paris.

Der Begriff der spezifischen Schlagarbeit bei den Schlagproben von *L. Révillon* in Paris.

Versuche mit Schlagproben bei veränderlicher Temperatur von *L. Guillet* und *L. Révillon,* Paris.

Über Zugschlagproben von *P. Breuil,* Paris.

Über Schlagbiegeproben bei eingekerbten Stäben von *F. Schüle* und *E. Brunner* in Zürich.

Vergleichende statische und dynamische Kerbbiegeproben von *A. Leon* und *P. Ludwik,* Wien.

Moderne Prüfungsverfahren für Kupferlegierungen von *L. Guillet* und *L. Revillon,* Paris.

Digitized by Google

Die dynamische Belastung und die Schlagprobe von *Welikhoff*, Moskau.

Über Einzelprüfung wichtiger Konstruktionsteile von *O. Hönigsberg*, Wien.

d) **Dauerversuche:** Offizieller Bericht zur Hauptfrage *d)* von *E. Howard*, Watertown Arsenal.

Qualitäts- und Dauerversuche der Kupferdrähte von *F. Schüle* und *E. Brunner*, Zürich.

e) **Gußeisenprüfung:** Offizieller Bericht zur Hauptfrage *e)* von *R. Moldenke*, New-York.

Zur Gußeisenprüfung von *Gebrüder Sulzer* in Winterthur.

f) **Einfluß erhöhter Temperatur auf die mechanischen Metalleigenschaften:** Offizieller Bericht zur Hauptfrage *f)* von *M. Rudeloff*, Groß-Lichterfelde.

Zu keiner Hauptfrage gehörig:

Über einen neuen Spiegelapparat zur Elastizitätsmessung von *B. Kirsch*, Wien.

Berichte zur Aufgabe 28: *Miteinbeziehung der elektrischen und magnetischen Eigenschaften in die mechanische Prüfung:*

Bericht von *A. Grünhut* und *J. Wahn* in Wien.

Ferromagnetismus von *P. Weiß*, Zürich.

Methode zur Bestimmung elastischer und kritischer Materialspannungen mit Hilfe thermisch-elektrischer Messungen von *E. Rasch*, Groß-Lichterfelde.

Bericht von *J. W. Esterline*, Lafayette.

Bericht zur Aufgabe 24: Nomenklatur von Eisen und Stahl und Charakteristik der Gefügebestandteile des Eisens von *H. M. Howe*, New-York und *A. Sauveur*, Boston.

Zum Kommissionsbericht über die Aufgabe Nr. 1: „Einheitliche Lieferungsbedingungen von Eisen und Stahl" von *A. Rieppel*, Nürnberg.

Zum Kommissionsbericht über die Aufgabe Nr. 38. „Grundlagen für Lieferungsbedingungen von Kupfer" von *L. Guillet*, Paris.

Schlußfolgerungen aus den Studien über Schieneneigenschaften als Grundlage für die Lieferungsbedingungen der Schienen von *N. Belelubsky*, St. Petersburg.

Digitized by Google

Vereinheitlichung der Prüfungsverfahren für Dampf-, Gas- und Wasserröhren von *A. C. Karsten* oder *H. I. Hannover*, Kopenhagen.

Die Funken als Erkennungszeichen der Stahlsorten von *M. Bermann* in Budapest.

Innere Reibung von belasteten Materialien von *G. H. Gulliver*, Edinburgh.

Zu den Grundlagen der technologischen Mechanik von *P. Ludwik*, Wien.

Zähigkeit und Bildsamkeit von *W. Misángyi*, Budapest.

Der Zusammenhang zwischen den durch Zug und durch Druck verursachten bleibenden Formänderungen von *W. Misángyi*.

Über Korobkoffs Begriff der Zähigkeit von *N. Belelubsky*, St. Petersburg.

B. Zemente, Steine, Beton.

g) **Betoneisen:** Offizieller Bericht zur Hauptfrage *g)* von *F. Schüle*, Zürich.

Über experimentelle Untersuchungen bei Bauten von *Ch. Rabut*, Versailles.

Über Unfälle im Eisenbetonbau von *F. von Emperger*, Wien.

Über Spannungsstörungen beim Verbund verschiedener Materialien von *A. Leon*, Wien.

Beitrag zu den Untersuchungsmethoden der elastischen Längsänderungen des Betons von *B. v. Bresztowsky*, Budapest.

Einfluß wiederholter Beanspruchung auf die Haftfestigkeit von Beton auf Eisen mit reiner und verrosteter Oberfläche von *B. Kirsch*, Wien.

Die Bedeutung dünner Querversteifungen im Eisenbeton von *W. Nekrassow*, St. Petersburg.

h) **Fortschritte in den Methoden der Prüfung:** Offizieller Bericht zur Hauptfrage *h)* von *R. Feret*, Boulogne-sur-Mer.

Bericht zur Aufgabe 9: „Beschleunigte Prüfung der Bindekraft der Zemente" von *F. Berger*, Wien.

1. Bericht hiezu von *L. Deval*, Paris.
2. Bericht hiezu von *A. Greil*, Wien.

Bericht zur Aufgabe 30: „Feinstes Mehl in Portlandzement" von *M. Gary*, Groß-Lichterfelde.

Digitized by Google

Bericht über den Stand der Kommissionsarbeit 11, „Puzzolanprüfung" von *G. Herfeldt*, Andernach a/Rh.

Bericht über die Aufgabe 40: „Grundlagen für einheitliche Gipsprüfung" von *R. Feret* und *M. Gary*.

i) **Prüfung mittelst Prismen und Normalsand**: Offizieller Bericht zur Hauptfrage *i)* und Kommissionsbericht von *F. Schüle*, Zürich.

j) **Volumbeständigkeit der Zemente**: Bericht zur Hauptfrage *j)* von *B. Blount*, London.

k) **Zement in Meerwasser**: Offizieller Bericht zur Hauptfrage *k)* von *A. Baykoff* und *W. Czarnomsky*, St. Petersburg.

Versuche über die Zersetzung von Mörteln in schwefelhaltigem Wasser von *J. Bied*, du Teil.

Versuche mit Eisenbeton in Meerwasser von *M. Möller*, Darmstadt.

Zement in Meerwasser von *A. Poulsen*, Kopenhagen.

l) **Über Wetterbeständigkeit von Steinen**: Offizieller Bericht zur Hauptfrage *l)* von *A. Hanisch*, Wien.

Beiträge hiezu:

Zur Theorie der Frostwirkung auf natürliche Steine von *H. Seipp*, Kattowitz.

Prüfungsschema für Steine von *J. Hirschwald*, Charlottenburg.

Über Frostbeständigkeit von *E. Leduc*, Paris.

Zu keiner Hauptfrage gehörend.

Über das Anbinden der Mörtel nach verschiedenen Arbeitspausen von *B. Kirsch*, Wien.

Über Festigkeits-, Elastizitäts-, Wasserdurchlässigkeits-, Abbindefähigkeit von Traß-, Traßzement- und Zementkalk-Mörtel von *H. Renezeder*, Wien.

Über die spezifische Wärme feuerfester Materialien bei hoher Temperatur von *J. W. Mellor*, Stoke-on-Trent.

C. Diverses.

m) **Öle**: Offizieller Bericht zur Hauptaufgabe *m)* von *M. Albrecht*, Hamburg.

n) **Kautschuk**: Offizieller Bericht zur Hauptfrage *n)* von *E. Camerman*, Brüssel.

Die mechanische Prüfung des Kautschuks von *P. Breuil*, Paris.

Digitized by Google

o) **Holz**: Offizieller Bericht zur Hauptfrage *o)* von *W. K. Hatt*, in Lafayette.

p) **Rostschutzmittel: 1.** Offizieller Bericht zur Hauptfrage *p)* von *E. Heyn*, Groß-Lichterfelde.

2. Offizieller Bericht über Rostschutzmittel von *S. S. Vorhees* in Washington.

Über Rostschutzmittel von *E. Camerman*, Brüssel.

Ein Wort für die internationale Erforschung der Rostschutzmittel: *J. Cruickshank Smith*, London.

Zu keiner Hauptfrage gehörend.

Über die internationale gesetzliche Regelung des technischen Versuchswesens von *W. Exner*, Wien.

Das Versuchswesen auf dem Gebiete des Automobilismus von *W. Exner*.

Personalien.

Exz. Prof. Dr. Julius Thomsen †. Das Organisationskomitee des Kopenhagener Kongresses hat durch das Hinscheiden seines Ehrenmitgliedes, Sr. Exz. des Herrn Geheimrat Prof. Dr. Julius Thomsen einen schweren Verlust erlitten, an welchem die gesamte wissenschaftliche Welt schmerzlichen Anteil nimmt. Die grundlegenden thermo-chemischen Untersuchungen dieses dänischen Gelehrten sind zum bleibenden Besitzstand der Wissenschaft geworden.

Herr G. C. Lloyd, der neuernannte Sekretär des Iron and Steel Institute in London, ist als Nachfolger des Herrn Bennett H. Brough zum britischen Vorstandsmitglied gewählt worden.

Herr J. O. Roos af Hjelmsäter, Direktor der kgl. Materialprüfungsanstalt in Stockholm, hat bis auf weiteres die Geschäfte des Vorstandsmitgliedes für Schweden an Stelle des wegen geschäftlicher Überbürdung zurücktretenden Herrn G. Dillner übernommen.

Herr E. Bian, Direktor der Forges d'Eich in Dommeldingen, hat die Stelle eines Vertrauensmannes in Luxemburg übernommen.

Digitized by Google

Änderungen in den Kommissionen.

Kommission 1. (Internationale Lieferungsbedingnisse für Eisen und Stahl.) Herr Direktor *G. Vehling* von Rothe Erde (Aachen) und Herr Prof. *R. Stribeck* von Krupp (Essen) sind in die Subkommission 1 eingetreten.

Kommission 7. (Wetterbeständigkeit der Steine.) Eingetreten sind Herr Prof. *M. Gary,* (Groß-Lichterfelde), Herr Geheimrat Prof. Dr. *J. Hirschwald* (Charlottenburg) und Herr *E. Leduc* (Paris).

Kommission 24. (Nomenklatur für Eisen und Stahl.) Eingetreten sind Herr *F. W. Harbord* (London) und Herr *J. E. Stead* (Middlesborough).

Kommission 30. (Feinstes Mehl im Portlandzement.) Verstorben Herr *Lejeune* (de Teil). Neu eingetreten Herr *R. Feret* (Boulogne-sur-Mer).

Kommission 38. (Lieferungsgrundlagen für Kupfer.) Herr Prof. *L. R. v. Stockert,* der als Antragsteller dieser Kommission angehörte, sah sich aus Gesundheitsrücksichten gezwungen, aus derselben auszutreten.

Kommission 41. (Eisenbeton.) Eingetreten sind Herr *W. Dunn* (London) als Vertreter des Concrete Institute und Herr Prof. *W. C. Unwin* (London) als Vertreter der Institution of Civil Engineers.

Digitized by Google

Protokoll

der

XVIII. Vorstandssitzung, abgehalten zu Frankfurt a. M. im Hôtel Continental am 6. Februar 1909.

Beginn der Sitzung 10 Uhr vormittags.

Vorsitzender:

Herr Präsident Ingenieur *Alex. Foss* aus Kopenhagen.

Ferner anwesend:

Die Vizepräsidenten:

Herr Geheimrat Prof. Dr. Ing. *A. Martens* aus Groß-Lichterfelde.

Exz. Geheimrat Prof. Dr. Ing. *N. Belelubski* aus St. Petersburg.

Die Vorstandsmitglieder und Vertrauensmänner:

Herr Ing. *L. Bienfait* aus Amsterdam.

Herr Generaldirektor *A. Greiner* aus Seraing.

Herr Direktor *A. Granfelt* aus Helsingfors.

Herr Prof. *H. I. Hannover* aus Kopenhagen.

Herr Prof. *B. Kirsch* aus Wien.

Herr *G. C. Lloyd* aus London.

Herr Prof. *A. Mesnager* aus Paris.

Herr Direktor *J. O. Roos af Hjelmsäter* aus Stockholm, in Vertretung des Herrn *G. Dillner.*

Herr Prof. *F. Schüle* aus Zürich.

Ferner die Herren:

Herr *de Gorski* in Begleitung des Herrn *Greiner.*

Herr Hauptmann *Ax. G. V. Petersen* in Begleitung des Herrn Präsidenten *Foss*, und der

Generalsekretär Herr Ing. *E. Reitler.*

Der Präsident begrüßt die Versammlung, dankt den Herren für ihr zahlreiches Erscheinen, namentlich jenen, welche eine so weite Reise nicht gescheut haben, wie die Herren aus Helsingfors, Stockholm und Petersburg, und spricht noch einmal sein Bedauern aus, daß er der vorjährigen Vorstandssitzung in München nicht beiwohnen konnte.

Digitized by Google

Entschuldigt haben sich:

Herr Sektionschef Dr. techn. *F. Berger*, welcher, schon auf der Herreise begriffen, durch eine Verkehrsstörung zur Rückreise gezwungen wurde, ferner

Herr Direktor *E. Bian* aus Dommeldingen.
Herr *C. v. Banovits* aus Budapest.
Herr Prof. *J. Benetti* aus Bologna.
Herr *J. da P. Castanheira das Neves* aus Lissabon.
Herr *Ch. Dudley* aus Altoona, Penna.
Herr Chefingenieur *S. A. Lund* aus Christiania.
Herr General *J. Marva y Majer* aus Madrid.
Herr Vizedirektor *M. Milasinovic* aus Belgrad.

P. 1 der Tagesordnung:

Genehmigung des Protokolles der XVII. Vorstandssitzung.

Das Protokoll wird genehmigt.

P. 2. Veränderungen im Vorstand.

Der *Präsident* hält dem seit der letzten Sitzung verschiedenen Vorstandsmitglied für Großbritannien, Herrn *Bennett H. Brough*, einen warm empfundenen Nachruf und betont, wie sehr Herr *Brough* den Verband dadurch zu besonderem Danke verpflichtete, daß er in Großbritannien, wo die vereinheitlichenden Ideen des Verbandes auf manchen Widerstand stoßen, im Geiste des Verbandes gewirkt hat. Er gedenkt der selbstlosen Stellvertretung des Herrn *L. P. Sidney* und begrüßt mit Freude das neugewählte Mitglied für Großbritannien, Herrn *G. C. Lloyd*, den neu ernannten Sekretär des Iron and Steel Institutes, indem er die große Bedeutung betont, die dem Anschluß der englisch sprechenden Welt an die Arbeiten des Verbandes innewohnt. Er spricht endlich den Dank der Versammlung aus an die Direktion dieses Institutes, die durch ihre Zustimmung zur Wahl des Herrn *Lloyd* in den Vorstand ihr Entgegenkommen für den Verband aufs neue bekundet hat.

Der *Präsident* teilt mit, daß Herr Direktor *E. Bian* der Forges d'Eiche die Stelle eines Vertrauensmannes für Luxemburg gütigst übernommen hat, und dankt für seine bisher entwickelte Propaganda.

Digitized by Google

Er teilt ferner mit, daß Herr *G. Dillner*, das Vorstandsmitglied für Schweden, sich durch Überbürdung mit Berufsgeschäften gezwungen sieht, seine Stelle niederzulegen. Herr *J. O. Roos af Hjelmsäter*, Direktor der Materialprüfungsanstalt in Stockholm, den der Präsident begrüßt, ist so freundlich, Herrn *Dillner* in seinen Verbandsgeschäften bis zur Neuwahl zu vertreten.

P. 3. **Veränderungen im Stande der Mitglieder.**

Der Stand der Mitglieder Ende 1908 ist folgender:

Argentinien	1	Norwegen	40
Australien	17	Österreich	193
Belgien	75	Portugal	14
Brasilien	2	Rumänien	19
Chile	2	Rußland (Finnland 29)	231
Dänemark	79	Schweden	49
Deutschland	370	Schweiz	71
Frankreich	163	Serbien	3
Großbritannien	75	Spanien	27
Holland	42	Ungarn	69
Italien	55	Vereinigte Staaten von Nordamerika	293
Japan	1		
Luxemburg	9		

Summe Ende 1908: 1900.

Exc. *Belelubsky* bemerkt, daß in Folge besonderer Umstände die Zahl der russischen Mitglieder in den letzten Jahren zurückgeblieben ist, aber zuversichtlich bald wieder ihre frühere Höhe erreichen wird.

Es wird zur Kenntnis genommen, daß Herr Prof. *E. Marburg*, Sekr. des Am. Verbandes in Philadelphia, sich durch seine Bemühungen, die dortige Mitgliederzahl zu erhöhen, den besonderen Dank des Vorstandes verdient hat.

P. 4. **Tätigkeit des Zentral-Bureaus.**

Der *Generalsekretär* teilt mit:

Von den Mitteilungen sind bisher die Nummern 1—3 erschienen. Die in Nr. 3 begonnene Revue hat zunächst für die

Digitized by Google

Periode vom IV. Kongreß bis Ende 1907 neben den Veröffentlichungen der nationalen Verbände und der Laboratorien eine möglichst vollständige Umschau in den einschlägigen Erscheinungen auf dem Gebiete des Materialprüfungswesens gebracht. Sie ist also über die in der XVII. Vorstandssitzung geplanten „Hinweise auf besonders beachtenswerte Artikel aller Länder" hinausgegangen, weil sich eine solche Auswahl als untunlich erwies. Es werden sich dadurch die Druckkosten einer solchen Revue auf jährlich rund 1000 Francs stellen. Die Mitteilungen erscheinen im Kommissionsverlag bei Julius Springer in Berlin, Dunod und Pinat in Paris, E. & F. N. Spon Ld., London. Es wird beabsichtigt, den ganzen Band 1906 bis 1909 aller Mitteilungen oder auch bloß die Kongreßberichte und Kongreßprotokolle für sich als Band auf den Markt zu bringen, eine Art der Ausgabe, die speziell in Amerika mehr Erfolg verspricht, als die Ausgabe einzelner Hefte. Der Versuch, den Mitteilungen durch Inserate eine Erträgnisquelle zu schaffen, ist eingeleitet.

Der Vorstand nimmt diese Mitteilung zur Kenntnis und empfiehlt, den betretenen Weg weiter zu verfolgen. Es wird der Wunsch ausgesprochen, daß sich die Umschau auch noch über andere Sprachen, wie russisch, japanisch u. dgl. ausdehnen möge.

Der *Generalsekretär* spricht die Bitte aus, die Herren Vorstandsmitglieder und Vertrauensmänner möchten ihn durch Zusendung von Hinweisen auf Laboratoriumsarbeiten ihrer Länder — soweit dies nicht bereits geschieht — unterstützen, um die Revue möglichst vollkommen zu gestalten.

P. 5. **Änderung in den Kommissionen.**

Es gelangen die Zuschriften zur Verlesung, betreffend der in Nr. 3 der „Mitteilungen" veröffentlichten Änderungen in den Kommissionen. Ferner teilt Herr Baurat Dr. *Rieppel,* Präsident der Kommission für einheitliche Lieferungsbedingnisse von Eisen und Stahl, mit, daß die Herren Direktor *Vehling* von Rothe Erde (Aachen) und Herr Prof. *Stribeck* von Krupp (Essen) in die Subkommission I eingetreten sind, wo nunmehr Deutschland, England und Amerika vertreten sind.

Digitized by Google

Die Herren Prof. *M. Gary* (Groß-Lichterfelde), Geheimrat Prof. Dr. *J. Hirschwald* (Charlottenburg) und Prof. *E. Leduc* (Paris) sind in die Kommission 7 (Wetterbeständigkeit von Steinen) eingetreten.

Herr Prof. *L. Ritter v. Stockert,* Antragsteller und Mitglied der Kupferkommission (38) teilt in einem Schreiben mit, daß er sich aus Gesundheitsrücksichten gezwungen sieht, diese Stelle niederzulegen.

Über Antrag des Herrn *G. C. Lloyd* wird beschlossen, die Institution of Civil Engineers einzuladen, einen Vertreter in die Betoneisenkommission zu entsenden. Ferner wird Herr *W. Dunn* gebeten werden, als Vertreter des Concrete-Institutes in diese Kommission einzutreten. Dem weiteren Antrage des Herrn *Lloyd*, die Herren *J. E. Stead* und *F. W. Harbord* in die Kommission 24 (Nomenklatur von Eisen und Stahl) zu berufen, wird zugestimmt unter der Voraussetzung, daß die Arbeiten der Kommission noch nicht abgeschlossen sind.

Über Antrag des Herrn Prof. *A. Mesnager* wird statt des verstorbenen Herrn *Lejeune*, Herr *R. Feret* von Boulogne-sur-Mer in die Kommission 30 (feinstes Mehl) gewählt.

P. 6. **Kassabericht.**

Der *Präsident* legt den beiliegenden Kassabericht vor. Gegenüber dem Präliminare sind die Einnahmen um zirka 1000 Francs zurückgeblieben, weil einige Länder ihren Verbindlichkeiten pro 1908 noch nicht nachgekommen sind. In den Ausgaben erscheint die bereits früher begründete Erhöhung für Druckkosten der allgemeinen Verwaltung infolge Herausgabe der Mitteilungen. Das Jahr schließt mit einem Aktivsaldo von 2259·80 Francs. Die Herren Direktor *A. Granfelt* und Herr Ing. *L. Bienfait* werden gebeten, die Revision der Bücher bis Nachmittag vorzunehmen.

Vermögensstand Ende 1908.

Kassabestände bei den HH. Delegierten und Vertrauensmännern laut Ausweis A	Frcs.	1581·41
Aktivsaldo der Zentralkassa laut Ausweis B	„	2259·80
Summe . .	Frcs.	3841·21

Digitized by Google

A.

Kassaverkehr bei den Herren Delegierten und Vertrauensmännern im Jahre 1908.

Land	Saldo von 1907	An Mitgliederbeiträgen und Subventionen	Summe	An die Zentralkasse abgeführt	Ausgaben	Kassastand Ende 1908
	Frcs.	Frcs.	Frcs.	Frcs.	Frcs.	Frcs.
Australien	—·—	157·50	157·50	157·50	—·—	—·—
Belgien	—·—	562·50	562·50	553·—	9·50	—·—
Dänemark	43·43	653·19	696·62	574·56	44·59	77·47
Deutschland	507·62	4.315·81	4.823·43	3375.—	571.85	876·58
Großbritannien	—·—	712·50	712·50	660·—	52·50	—·—
Finnland	—13·70	217·50	203 80	213 10	4.40	—13·70
Frankreich	—·—	1.260·—	1.260·—	1.157·55	102.45	—·—
Holland	71·82	317·52	389·34	262.50	39·75	87·09
Italien †)	37·10	—·—	37·10	—.—	—·—	37·10
Luxemburg	—·—	45·—	45·—	45.—	—·—	—·—
Norwegen †)	85·78	—·—	85·78	—.—	—·—	85·78
Österreich	264·41	2.505·71	2.770 12	1.890 —	605·23	274·89
Portugal	—·85	105·—	105·35	88·55	6·80	10·—
Rumänien †)	*)—5·00	*)162.50	*)157·50	*)110 —	*)25·20	*)22·30
Rußland †)	—·—	525·—	525·—	525 —	—·—	—·—
Schweden †)	—·—	—·—	— —	—·—	—·—	—·—
Schweiz	37·43	662·50	699·93	576·65	93·40	29·88
Serbien	—·—	22·50	22·50	22·50	1·25	—1.25
Spanien	—·—	202·50	202·50	202·50	—·—	—·—
Ungarn	14·04	574·44	588·18	462·—	30·91	95·27
Ver. Staaten von Nord-Amerika	—·—	2.298 78	2.298 78	2.178·96	119·82	—·—
Summe	1.043·28	15.300 15	16.343·43	13.054·37	1.707·65	1.581·41

P. 7. **Vorbereitungen für den V. Kongreß.**

Bericht über die Tätigkeit des Organisationskomitees und Kongreßprogramm:

Der *Präsident* berichtet:

Se. Majestät der König Frederik VIII. von Dänemark hat das Allerhöchste Protektorat zu übernehmen geruht und wird voraussichtlich der Eröffnungssitzung des Kongresses beiwohnen. *Se. königl. Hoheit der Kronprinz Christian* hat gütigst das Ehrenpräsidium des Kongresses übernommen. Der *Minister-Präsident,* der zugleich Kriegs- und Marineminister ist, der *Minister des Innern,* der *Verkehrsminister* und der *Minister des Äußern*, ferner

†) Keine Abrechnung pro 1908 eingelangt.

*) Bezieht sich auf das Jahr 1907 als Nachtrag

Digitized by Google

Einnahmen und Ausgaben der Zentralkassa im Jahre 1908. B.

Einnahmen	Betrag Frcs.	Voranschlag Frcs.
Saldo-Vortrag vom Jahre 1907	1·621·27	1·621·27
Mitgliedsbeiträge und Subventionen:		
a) Von den HH. Vorstandsmitgliedern und Vertrauensmännern	13.054 37*	13.980
b) Direkt eingegangen:		
von Griechenland . . . . . Frcs. 15.—		
„ Großbritannien . . . . „ 7.50		
„ Japan . . . . . „ 15.—		
„ Luxemburg . . . . . „ 22 50		
„ Schweden . . . . . „ 138.88	198·88	
Zinsen	75·40	
Erlös aus verkauften Kongreßschriften .	68·23	
Summe . .	15.018·25	

Ausgaben	Betrag Frcs.	Voranschlag Frcs.
Besoldungen und Bureauartikel	7.560·—	7.560·—
Nachtrag für Druck- und Expeditionskosten des IV. Kongreßprotokolles .	1.806 90	1.600 —
Mitgliedskarten, Zirkulare etc.	369·39	2 100
Druck- und Expeditionskosten der „Mitteilungen“ Nr. 1, 2 und 3	2.468·78	
Ergänzende Übersetzung d. „Technischen Rundschau“	101·85	
Vorauslagen für den V. Kongreß . . .	—	
Portoauslagen	199·35	400
Verschiedenes (Kursdifferenzen etc.) . .	252·18	200
Saldo-Vortrag*)	2.259·80	3.891·27
Summe . .	15.018·25	

*) Die Mitgliedsbeiträge von Italien, Norwegen, Rumänien und Schweden pro 1908 sind noch nicht eingegangen (zirka 1100 Frcs.).

Digitized by Google

die *Präsidenten der beiden Reichstagsabteilungen* und der *Oberpräsident* der Stadt Kopenhagen und ferner *Geheimrat Prof. Dr. Julius Thomsen*)* werden als Ehrenmitglieder des Kongresses ungieren. Es ist zu hoffen, daß die auswärtigen Regierungen sich durch Delegierte zahlreich beteiligen werden. Dieselben sind im diplomatischen Wege durch das Ministerium des Äußern in Kopenhagen eingeladen worden, und überdies sind an die von den Vorstandsmitgliedern genannten oder durch die Gesandtschaften ermittelten Behörden dieser Länder von Seite des Präsidenten direkt Einladungen ergangen.

Abgesehen von den Delegierten der Behörden, sollen nur Mitglieder des Verbandes an dem Kongresse teilnehmen können.

Für den 5. September ist eine Vorstandssitzung in Aussicht genommen.

Es wurde folgendes Kongreßprogramm aufgestellt. (Dieses ist auf Seite 1 dieser Nummer abgedruckt.)

Der Kongreßbeitrag wird mit 20 dän. Kronen (26·70 Fcs.) für Herren und mit 12 dän. Kronen (16 Frs.) für Damen festgesetzt.

Die Kosten der großen Schlußexkursionen, die nach dem Kongreß stattfinden, sind in diesem Betrag nicht eingerechnet.

Anmeldungen werden bis spätestens 1. Juni bei den Vorstandsmitgliedern oder Vertrauensmännern des betreffenden Landes unter Einsendung des Betrages erbeten, welche die Anmeldungen an das Organisations-Komitee Kopenhagen (Adresse: Dansk Ingenieurforening, Amaliegade 38, Kopenhagen) eine Abschrift hievon an das Generalsekretariat Wien, II., Nordbahnstraße 50, absenden werden.

Die Versammlung nimmt diese Mitteilungen unter Ausdruck des wärmsten Dankes an den Präsidenten zur Kenntnis.

Der *Präsident* teilt weiter mit, daß Schritte in Aussicht genommen sind, um rechtzeitig die Wahl der Sektionsleiter vorzunehmen und sich die Mitwirkung von Fachleuten als Dolmetsche in den Verhandlungen zu sichern, und erbittet hiezu die Unterstützung der Herren Vorstandsmitglieder. Um die Kongreßverhandlungen möglichst gedeihlich zu gestalten, werden die Mitglieder gebeten werden, sich rechtzeitig zu den Diskussionen anzumelden,

*) Herr Geheimrat Thomsen ist leider seit dieser Sitzung verschieden.

Digitized by Google

und um ein exaktes Kongreßprotokoll zu ermöglichen, werden die Herren Redner ersucht werden, gleich nach der Sitzung kurze Auszüge des Gesagten zu Protokoll zu geben, zu welchem Zweck ein besonderes Bureau mit Stenographen vorhanden sein wird. Auch soll der ausgesprochene Wunsch, die Anwesenheit der Mitglieder bei wichtigen Verhandlungen der Sektionen *A* und *B* zu ermöglichen, durch eine entsprechende Verteilung der Sektionssitzungen Rechnung getragen werden.

Beschlüsse über die dem Kongresse vorzulegenden Arbeiten.

Vor der Verlesung der Titel der bereits eingesandten oder angemeldeten Arbeiten teilt der Präsident mit, daß über Antrag der Herren Belelubsky und Schüle die am 12. Oktober gelegentlich der Sitzung der Betoneisenkommission in Basel versammelten Vorstandsmitglieder, die Herren Martens, Schüle, Kirsch, Belelubsky, Mesnager, Vorschläge zur Ernennung von Referenten zur Erstattung von offiziellen Berichten zu den Hauptfragen a—p gemacht haben. Auf die im Namen des Präsidenten ausgegangenen Einladungen haben sich die in der folgenden Liste ersichtlichen Herren in dankenswertester Weise zur Verfügung gestellt.

(Die Liste der Berichte ist auf Seite 3—7 abgedruckt.)

Die Sitzung wird um 1 Uhr unterbrochen. Wiederaufnahme um 3 Uhr.

Nach längerer Beratung wird folgendes beschlossen:

1. Mit der vorstehenden Liste ist die Aufnahme der Kongreßarbeiten als abgeschlossen zu betrachten.

2. Berichte, die bereits in irgendwelchen Zeitschriften ganz oder teilweise, in welchen Sprachen immer veröffentlicht wurden, können nur als kurze Auszüge gebracht werden.

3. Es wird grundsätzlich beschlossen, daß diesesmal alle Berichte, sei es in vollem Umfange oder in Auszügen, in den „Mitteilungen“ dreisprachig veröffentlicht werden und auf diese Weise allen Mitgliedern zur Kenntnis gebracht werden.

Bezüglich des Umfanges der Wiedergabe wird mit Rücksicht auf die beschränkten Mittel des Verbandes folgendes beschlossen:

a) Alle Berichte von offiziellen Referenten zu den Hauptfragen, ferner der Kommissionspräsidenten und der offiziellen Refe-

Digitized by Google

renten zu den technischen Aufgaben werden vollinhaltlich dreisprachig veröffentlicht. Bezüglich der Aufgabe 28, „Magnetische und elektrische Eigenschaften", wo vier Referenten vorhanden sind, wird der Wunsch ausgesprochen, die dreisprachige Ausgabe möglichst auf je einen halben Bogen einzuschränken.

b) Bezüglich aller anderen Berichte wird unterschieden:

1. Berichte bis zum Maximum von 8 Seiten Umfang können gleichfalls vollinhaltlich in drei Sprachen veröffentlicht werden, wenn die obigen grundsätzlichen Bestimmungen nicht eine weitere Einschränkung fordern.

2. Gehen die Berichte über 8 Seiten hinaus, so wären die Autoren zu ersuchen, den Bericht auf 8 Seiten zu reduzieren, der wie sub b) 1 zu behandeln wäre. Ist dies aber untunlich, so werden die Autoren ersucht, kurze, etwa 4. Seiten lange Auszüge zu liefern, welche in den Mitteilungen dreisprachig veröffentlicht werden, während der eigentliche Bericht, gleichfalls möglichst gekürzt, in der Originalsprache in „Ergänzungsheften zu den Kongreßvorlagen" erscheinen soll.

Während also allen Mitgliedern des Verbandes der Inhalt aller Berichte in dreisprachigen Ausgaben in extenso oder in Auszügen bekanntgegeben wird, werden die eventuellen Ergänzungshefte einzelne erweiterte Berichte einsprachig bringen und den Kongreßmitgliedern unentgeltlich zukommen. Diese Ergänzungshefte werden auch käuflich zu erhalten sein.

Der Generalsekretär wird beauftragt, im Sinne dieser Grundsätze an jene Herren Autoren heranzutreten, deren Berichte eine Kürzung oder auch die Beistellung eines Auszuges erfordert. Der Generalsekretär hätte dabei auch darauf hinzuweisen, daß der Vorstand in seinen Kundmachungen wiederholt erklärt hat, nur für eine Drucklegung der Berichte bis zu 8 Seiten Umfang aufkommen zu können.

Endlich beschließt der Vorstand, für die Zukunft grundsätzlich zu empfehlen, daß in unzweideutiger und entschiedener Weise kundgetan werde, daß Berichte von offiziell ernannten Berichterstattern nur in der Länge von 8—16 Seiten, alle anderen Berichte nur bis zu 8 Seiten aufgenommen werden können.

Digitized by Google

Auf Grund der gefaßten Beschlüsse veranschlagt der Generalsekretär die Kosten der dreisprachigen Ausgabe der Berichte, sowie der Kosten der „Ergänzungshefte zu den Kongreßbeilagen“ auf . . . . . Francs 25.800
die Kosten für das Kongreßprotokoll auf . . . „ 5.000
Summe . . Francs 30.800
Zur Verfügung stehen laut Voranschlag . . . . Francs 5.800
Es bleiben daher unbedeckt für die Ausgabe der Kongreßschriften in dem obigen Umfang . Francs 25.000

Der Präsident erklärt im Namen des Kopenhagener Organisationskomitees, dem Verbande diesen Betrag zur Verfügung stellen zu wollen.

Dieses Anerbieten wird von der Versammlung mit dem Ausdrucke des wärmsten Dankes entgegengenommen und hierauf der folgende Voranschlag genehmigt.

Haushaltungsplan der Zentralkassa für das Jahr 1909.

Einnahmen	Frcs.	Ausgaben	Frcs.
Saldo-Vortrag	2.259·80	Besoldungen und Bureauartikel	7.560·—
Nachträge an Mitgliedsbeiträgen pro 1908 . .	1.100·—	Portoauslagen	400·—
Mitgliedsbeiträge und Subventionen pro 1909	14.000·—	Verschiedenes (Kursdifferenzen, Diäten etc.)	500·—
Zinsen	70·—	Mitgliedskarten, Zirkulare etc.	500·—
Erlös aus den „Mitteilungen“	500·—	Herausgabe der „Mitteilungen“	
Subvention des Kopenhagener Organisationskomitees	25.000·—	Protokoll der XVIII. Vorstands-Sitzung . 500 Protokoll der XIX. Vorstands-Sitzung . 200 Mitgliedsliste. . . . 1.000 Revue 1. Jänner 1908 — Kongreß . . 1.200 Kongreßschriften . 25.800 Kongreßprotokolle . 5.000	33.700·—
		Unvorhergesehene Kongreßauslagen . .	269·80
	42.929·80		42.929·80

Über Einladung des Präsidenten erstatten die Herren Revisoren, Direktor *Granfelt* und Ing. *Bienfait*, den Bericht. Sie haben die Bücher in Ordnung und das ausgewiesene Aktivsaldo von

Digitized by Google

2259·80 Frcs. richtig gefunden. Die weiteren Ausgaben und Einnahmen seit 1. Jänner bis zum heutigen Tage ergeben einen Kassastand in der Zentralkassa von 2246·04 Frcs., der laut Ausweise bei der allgemeinen Depositenbank in Wien erliegt. Es wird daher beantragt, dem Präsidenten das Absolutorium zu erteilen. (Angenommen.)

Bezüglich des Berichtes des Herrn *J. Jachziel* zur Nomenklatur von Bitumen wird folgendes beschlossen. Der Bericht des Herrn *Jachziel*, welcher Herr den Bericht des von der Kommission 34 zurückgetretenen Präsidenten Prof. Dr. *Lunge* auf dem Kongreß in Kopenhagen vertreten sollte, weicht von dem Kommissionsberichte wesentlich ab. Es wird daher beschlossen, diesen Bericht der Kommission 34 zu neuer Beschlußfassung zu überweisen, Herrn *Jachziel* zum Eintritt in die Kommission einzuladen und Herrn *Clifford Richardson,* Long Island City, N. J. um Übernahme des Präsidiums an Stelle des Herrn Prof. Dr. *Lunge* zu bitten.

P. 8. **Anträge.**

Bezüglich des Antrages eines amerikanischen Mitgliedes, Bedingungen für eine lebenslängliche Mitgliedschaft festzustellen, entscheidet der Vorstand, daß er den gegenwärtigen Zeitpunkt nicht für geeignet halte, einen solchen eine Statutenänderung erfordernden Beschluß zu fassen. Die Angelegenheit wird auf einen späteren Zeitpunkt zurückgestellt.

Herr Prof. *H. I. Hannover* glaubt auf einen anscheinenden Irrtum im § 3 der vom Kongreß zu Brüssel empfohlenen Prüfungsverfahren für hydraulische Bindemittel aufmerksam machen zu sollen. Versuche in der Staatsprüfungsanstalt zu Kopenhagen haben ergeben, daß die vorgeschriebene Menge von 0·4 kg Zement gewöhnlich nicht hinreicht, um die empfohlene Metalldose so mit Brei zu füllen daß das Abstreichen der Oberfläche mit dem Messer möglich wäre. Er fragt ob von anderer Seite auch eine solche Beobachtung gemacht wurde und beantragt im zustimmenden Fall eine Änderung des empfohlenen durch Einschränkung der Metalldose. Herr Prof. *Mesnager* sagt eine Untersuchung zu.*)

*) Seine Untersuchungen haben seither die Beobachtung des Herrn Prof. Hannover bestätigt.

Digitized by Google

Herr Prof. *Hannover* teilt ferner mit, daß ihm von Seite des Laboratoriums der königl. dänischen Artillerie die Anregung zugekommen sei, ob die Kommission 39 zur Aufstellung von Lieferungsbedingungen für Öle ihre Studien nicht auch auf solche Öle und ähnliche Substanzen z. B. Vaseline in fester Form ausdehnen möchte, die als Schutzmittel gegen Rost auf feinen, blanken Flächen von Maschinenteilen benutzt werden. Der Vorstand beschließt, die Angelegenheit der Kommission 39 zuzuweisen.

Nachdem die Tagesordnung erschöpft ist, dankt der Präsident allen für ihre wirksame Beteiligung und dankt nochmals für das zahlreiche Erscheinen.

Exz. *Belelubsky* übermittelt den Dank der Versammlung an den Präsidenten für dessen zielbewußte und erfolgreiche Leitung.

Schluß der Sitzung um 6 Uhr nachmittags.

Der Schriftführer:
Ernst Reitler.

Der Vorsitzende:
Alex. Foss.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

Generalsekretariat: Wien, II/2, Nordbahnstraße 50.

Mitgliedschaft.

Der jährliche Mitgliedsbeitrag beträgt mindestens Mk. 6.— oder K 7.20.

Anmeldungen zum Verbande und Zahlungen erfolgen bei den Herren Vorstandsmitgliedern oder Vertrauensmännern u. zw.:

für DÄNEMARK bei Herrn Professor H. I. Hannover, Kopenhagen Ö., Malmögade 7,
„ DEUTSCHLAND bei Herrn Geheimrat Prof. Dr. Ing. A. Martens in Groß-Lichterfelde W.,
„ FINNLAND bei Herrn Direktor A. Granfelt, Helsingfors, Hagasundsgatan 6,
„ HOLLAND bei Herrn Ing. L. Bienfait, Amsterdam, Da Costakada 104,
„ LUXEMBURG bei Herrn Direktor E. Bian des Eicher Hüttenvereines, Dommeldingen,
„ NORWEGEN bei Herrn Sekt.-Ing. S. A. Lund, Christiania, General-Direktion der königl. norweg. Staatsbahnen,
„ ÖSTERREICH bei Herrn k. k. o. ö. Professor B. Kirsch, Wien, IV., Technische Hochschule,
„ RUSSLAND bei Exz. Prof. Dr. Ing. N. Belelubsky, St. Petersburg, 9 Zabalkansky,
„ SCHWEDEN bei Herrn J. O. Roos af Hjelmsäter, Direktor der kgl. Materialprüfungsanstalt Stockholm,
„ SCHWEIZ bei Herrn Prof. F. Schüle, Zürich, Polytechnikum,
„ SERBIEN bei Herrn Vize-Direktor M. Milasinovic, Belgrad, königl. Staatsbahnen,
„ UNGARN bei Herrn kgl. Ministerial-Rat C. von Banovits, Budapest, Andrassy ut 75.

Die Veröffentlichungen des V. Kongresses (Brüssel) 1906

sind im Generalsekretariate erhältlich u. zw. einzelne Berichte K 0.25 bis 1.—, das Kongreßprotokoll K 2.—.

Im Buchhandel erhältlich:

„Prüfungsverfahren für Metalle und Legierungen, hydraulische Bindemittel, Holz, Ton-, Zement- und Steinzeugröhren, empfohlen vom IV. Kongreß, F. Deuticke, Leipzig und Wien, K 1·20.

Digitized by Google

Bergische Stahl-Industrie

G. m. b. H.

Gußstahlfabrik, Remscheid.

SPEZIALITÄT:

Hochwertiger Konstruktionsstahl

als

Nickelstahl bis 4% Nickel **Chromnickelstahl**

für Automobile, Luftschiffe, Boots- und allgemeinen Maschinenbau.

Garantie für zuverlässiges und erstklassiges Material.

Goldene Staatsmedaille □□ Düsseldorf 1902: Goldene Ausstellungsmedaille.
Arbeiterzahl zirka 2000.

Die „Mitteilungen", welche in einer Auflage von **3000 Exemplaren** erscheinen, eignen sich in hervorragender Weise als

Insertions-Organ.

Insbesondere alle Industrien, welche künstliche Baustoffe erzeugen oder verarbeiten, alle Hüttenwerke, Beton-, Zement- und Eisenbetonfirmen, ferner die Interessenten der modernen Kunststeinfabrikation, die Erzeuger von Prüfungsmaschinen und Werkzeugmaschinen, die an den großen Fortschritten in der Herstellung und Prüfung des Werkzeugstahles interessiert sind, die Holz-, Farb-, Papier-, Öl- und Asphaltindustrie finden in den „Mitteilungen" Berührung mit den Abnehmern und Verarbeitern ihrer Erzeugnisse.

Kosten des Inserates auf einer Oktavseite in einsprachiger Ausgabe:
In 1 Nummer 80 Mk.; in 5 Nummern 320 Mk.; in 10 Nummern 560 Mk.
In der dreisprachigen Ausgabe um 25% mehr.
Für halbe oder Viertelseiten gilt der entsprechende Teil dieses Satzes.
Mitglieder des Intern. Verbandes für die Materialprüfungen der Technik genießen von obigen Preisen einen Rabatt von 20%.

Inseraten-Anmeldungen werden entgegengenommen in den Annoncen-Expeditionen RUDOLF MOSSE und im GENERAL-SEKRETARIATE DES VERBANDES, Wien, II 2, Nordbahnstraße 50.

Herausgeber und Verleger: Internationaler Verband für die Materialprüfungen der Technik. Wien, II 2, Nordbahnstraße 50. — Buchdruckerei Paul Gerin, Wien.

Digitized by Google

MITTEILUNGEN

DES INTERNATIONALEN VERBANDES FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

Erscheinen in zwanglosen Heften, wenigstens 4 mal jährlich, in deutscher, französischer und englischer Ausgabe. Für Mitglieder des Verbandes unentgeltlich.

WIEN,
7. Juli 1909.
Nr. 8.

Preis dieser Nummer für Nichtmitglieder M 1·—. Kommissionsverlag für die deutsche Ausgabe: J. Springer, Berlin N. 24, Monbijouplatz 3.

Inhalt: Mitgliederverzeichnis 1909.

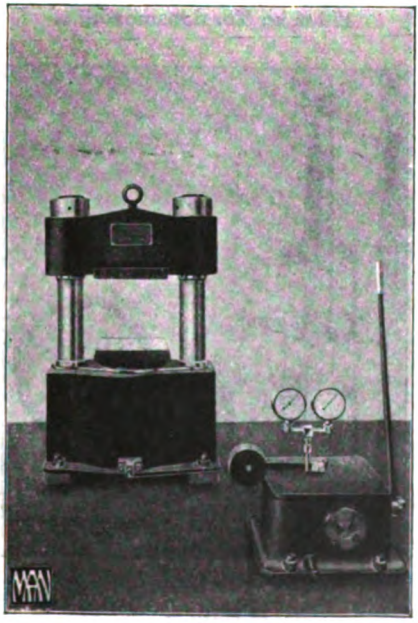
Verzeichnis der Mitglieder des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik, Mai 1909.

MAN

Betonprüfungs-Maschinen

System Martens

über **100** Stück geliefert und in Ausführung.



Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.G.

2

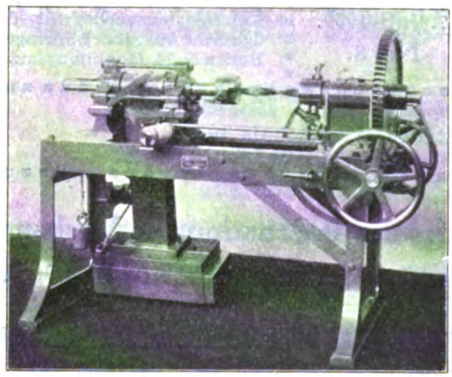
Digitized by Google

J. AMSLER-LAFFON & SOHN

in Schaffhausen (Schweiz).

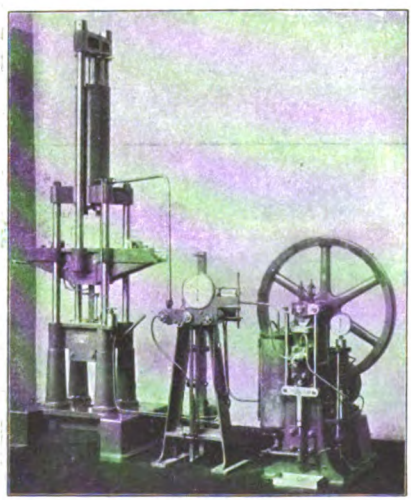
Materialprüfungs-Maschinen

in allen Größen



150 m kg Torsionsmaschine.

für Metalle,
Zement, Beton,
Stein, Holz etc.
auf Zug, Druck,
Biegung, Torsion,
Schlag, Härte,
Abnützung,
Wasserdurch-
lässigkeit etc.



50 t Zug-, Druck- und Biege-
maschine.

2 t Zug- und Druck-
maschine.

Digitized by Google

MITGLIEDER-VERZEICHNIS DES INTERNATIONALEN VERBANDES FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN ▫▫ DER TECHNIK. MAI 1909. ▫▫

Digitized by Google

Seite

Vorstand 1
Verzeichnis der den Internationalen Verband unterstützenden Behörden, Vereine und Personen 3
Mitglieder:
Argentinien (1) 14
Australien (17) 14
Belgien (82) 21
Brasilien (4) 23
Canada (8) 23
Chili (3) 23
Deutschland (375) 5
Dänemark (155) 24
Frankreich (166) 38
Griechenland (1) 45
Großbritannien (96) 43
Holland (42) 46
Italien (60) 50
Japan (1) 52
Luxemburg (10) 52
Norwegen (46) 53
Österreich (219) 15
Portugal (15) 54
Rumänien (20) 55
Rußland (293) (Finland 32) 56, 64
Schweden (61) 65
Schweiz (83) 67
Serbien (3) 64
Spanien (27) 28
Ungarn (82) 47
Vereinigte Staaten von Amerika (290) 29

Zahl der Mitglieder Mai 1909: 2160.

Digitized by Google

VORSTAND.

Bleibendes Vorstandsmitglied:

Herr Dr. techn. **Franz Berger,** k. k. Sektionschef im Ministerium für öffentliche Arbeiten, Stadtbaudirektor a. D., Wien.

Vorstand gewählt für die Periode vom IV. zum V. Kongress.

Präsident:

Herr **Alex. Foss,** Ingenieur und Maschinenfabrikant aus Kopenhagen.

Vize-Präsidenten:

Herr Dr. Ing. **A. Martens,** Professor, Geh. Ober-Reg.-Rat, Mitglied der kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Direktor des kgl. Materialprüfungsamtes in Gr.-Lichterfelde.

Herr Dr. Ing. **N. Belelubsky,** Exz., Geh. Rat, Mitglied des Ingenieurrates im kais. Wegebau-Ministerium, em. Prof., Direktor des mechan. Laboratoriums am kais. Institut für Wegebau-Ingenieure in St. Petersburg.

Vorstands-Mitglieder:

Belgien: H. **A. Greiner,** Generaldirektor der Société John Cockerill, Seraing, Belgien.

Dänemark: H. **H. I. Hannover,** Professor der kgl. techn. Hochschule und Direktor der staatl. Materialprüfungsanstalt, Kopenhagen.

Deutschland: H. Dr. Ing. **A. Martens,** (siehe oben).

Digitized by Google

Frankreich: H. **A. Mesnager,** ingénieur en chef des ponts et chaussées, directeur des Laboratoires à l'Ecole des ponts et chaussées, Paris.

Groß-Britannien: H. **G. C. Lloyd,** Secretary to the Iron and Steel-Institute, London, S. W.

Holland: H. **L. Bienfait,** Ingenieur, Mitinhaber der Materialprüfungsanstalt Koning & Bienfait, Amsterdam.

Italien: H. **J. Benetti,** ingénieur, professeur et directeur de l'Ecole R. d'application pour les ingénieurs, Bologna.

Norwegen: H. **S. A. Lund,** Abteilungsingenieur der General-Direktion der norwegischen Staatsbahnen, Christiania.

Österreich: H. **B. Kirsch, k. k.** o. ö. Professor und Vorstand des mech.-techn. Laboratoriums der technischen Hochschule, Wien.

Rumänien: H. **Constantin M. Mironesco,** inspecteur général, directeur de l'Ecole des ponts et chaussées, Bucarest.

Rußland: H. **N. Belelubsky,** (siehe oben).

Schweden: (H. **Gunnar Dillner,** Ingenieur), in Stellvertretung: H. **J. O. Roos af Hjelmsäter,** Direktor der Materialprüfungsanstalt an der kgl. techn. Hochschule in Stockholm.

Schweiz: H. **F. Schüle,** Professor am eidgen. Polytechnikum, Direktor der eidgen. Materialprüfungsanstalt in Zürich.

Spanien: H. **J. Marvà y Mayer,** général du génie, Chef de Section au Ministère de la Guerre, de l'Académie Royale des Sciences exactes, physiques et naturelles Madrid.

Ungarn: H. **C. v. Banovits,** kgl. Ministerialrat, Direktor der kgl. ung. Staatseisenbahnen i. R., Budapest.

Vereinigte Staaten von Nordamerika: Mr. **Chas. B. Dudley,** Chemist, Pennsylvania Railroad, Altoona, Pa.

Vertrauensmänner:

Australien: H. **W. H. Warren,** M. Inst. C. E., M. Am. Soc. C. E., Challis, Professor of Engineering, University of Sydney.

Finland: H. **A. Granfelt,** Direktor der finländischen Staatseisenbahnen, Helsingfors.

Luxemburg: H. **E. Brian,** Directeur des Usines de Dommeldange et des Forges d'Eich, Dommeldingen.

Portugal: H. **J. da P. Castanheiro das Neves,** ingénieur, directeur des études et essais des matériaux de construction, Lisbonne.

Serbien: H. **M. Milasinovic,** Vize-Direktor der königl. serbischen Staats-Eisenbahnen i. R., Belgrad.

Generalsekretariat: Wien, II/2, Nordbahnstraße 50.

H. Ing. **Ernst Reitler,** Generalsekretär.

Anmerkung: Der Präsident und die bleibenden Vorstandsmitglieder werden vom Kongreß gewählt. Jedes Land dessen Mitgliederzahl **20** erreicht, hat das Recht, ein Vorstandsmitglied zu wählen. In den andern Ländern werden vom Vorstand Vertrauensmänner ernannt.

Digitized by Google

VERZEICHNIS

der den Internationalen Verband unterstützenden Behörden, Vereine und Personen.

Kgl. preußisches Kriegsministerium, Berlin	550	M
Verein Deutscher Ingenieure, Berlin	100	„
Verein deutscher Eisenindustrieller, Berlin	100	„
Verein zur Beförderung des Gewerbefleißes, Berlin	100	„
Verein deutscher Eisenhüttenleute, Düsseldorf	100	„
Hohenlohe-Werke, A.-G., Hohenlohehütte, O. S.	100	„
Verein deutscher Portland-Zementfabrikanten, Heidelberg	60	„
Deutscher Verband für die Materialprüfungen der Technik	50	„
Verband deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine, Berlin	50	„
Verein deutscher Chemiker, Mannheim	20	„
Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure	20	„
Deutscher Verein für Ton-, Zement- und Kalkindustrie, E. V., Berlin	10	„

Verein der österreichischen Zementfabrikanten	500	K
Zentralverein der Bergwerksbesitzer Österreichs	100	„
Niederösterreichicher Gewerbeverein	100	„
Österreichischer Ingenieur- und Architektenverein	100	„
Prager Eisenindustrie-Gesellschaft	100	„
Verein der Montan-Eisen- und Maschinenindustriellen	100	„
Österr. Alpine Montan-Gesellschaft	50	„
Dampfkessel-Untersuchungs- und Prüfungsanstalt	50	„
K. k. pr. ö. Bodenkreditanstalt	50	„
K. k. Direktion für den Bau der Wasserstraßen	30	„
Golleschauer Portlandzementfabrik	10	„

Dansk Ingeniör-Forening in Kopenhagen	50	Frcs
Tekniske Forening in Kopenhagen	25	„

American Society for Testing Materials	100	Frcs

The Iron and Steel Institute, London	125	Frcs
The British Fire Prevention Committee, London	63	„
H. F. Tomlinson, Manchester	25	„

Digitized by Google

Ungarischer Verband für die Materialprüfungen der Technik . . . . 50 K

Administration Centrale des chemins de fer de l'Etat russe . . . . . 125 K
Bureau des fabricants des ciments russes, Petersburg . . . . . 100 „
Bureau des forges russes . . . . . 100 „
Administration du chemin de fer de Perm . . . . . 50 „
„ „ „ „ „ „ Baskountschak . . . . . 50 „
„ „ „ „ „ „ Riga Orel . . . . . 50 „
„ „ „ „ „ „ Moscou-Koursk . . . . . 50 „
„ „ „ „ „ „ Sud-Ouest . . . . . 50 „
„ „ „ „ „ „ Poléssié . . . . . 50 „
„ „ „ „ „ „ Nikolas . . . . . 50 „
„ „ „ „ „ „ Kharkow-Nicolaeff . . . . . 50 „

Jernkontoret, Stockholm . . . . . 139 Frcs

Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen, Bern . . . . . 50 Frcs
Verein Schweizerischer Zementfabriken in Dittingen . . . . . 50 „
Verein Schweizerischer Maschinenindustrieller, Zürich . . . . . 50 „

Digitized by Google

MEMBRES — MITGLIEDER — MEMBERS.

Allemagne — Deutschland — Germany.

1 **Aktien-Gesellschaft f. Eisenindustrie und Brückenbau** von J. C. Harkort, Duisburg.

2 **Alsensche Portland-Zementfabriken,** Hamburg.

3 **Architekten - Verein,** Berlin W, Wilhelmstraße 92/93.

4 **Artillerie-Konstruktionsbureau, Kgl.,** Spandau.

5 **Baare, F.,** Generaldirektor d. Bochumer Vereins für Bergbau und Gußstahlfabrikation, Bochum, Westfalen.

6 **Bach, C. v., Dr., Ing.,** kgl. Baudirektor, Professor des Maschinen-Ingenieurwesens an der techn. Hochschule, Vorstand der Materialprüfungsanstalt und des Ingenieurlaboratoriums, Stuttgart.

7 **Bach. Julius,** Ingenieur, Görlitz, Reichertstraße 29.

Baudeputation der Freien und Hansestadt Hamburg.

Vertreter:

8 **Zimmermann,** Baudirektor, Hamburg.

9 **Vermehren, Ed.,** Oberingenieur, Hamburg.

10 **Baudeputation der Stadt Bremen,** Bremen.

11 **Baudeputation der Stadt Frankfurt am Main.**

12 **Baudirektion im Kgl. Ministerium des Innern,** Dresden A, Seestraße 21.

13 **Bayerischer Dampfkesselrevisionsverein,** München, Georgenstr. 4 II.

14 **Bayerisches Gewerbemuseum,** Nürnberg.

15 **Bayerisches Portland-Zementwerk Marienstein,** Aktiengesellschaft zu Mariastein, Station Schaftlach, Oberbayern.

Bayerische Staatseisenbahnverwaltung, Kgl., München.

Vertreter:

16 **Weiß, E.,** Kgl. Ministerialrat im Staatsministerium für Verkehrsangelegenheiten, München.

17 **Ebert, E.,** Kgl. Oberregierungsrat, Vorstand des Baukonstruktionsamtes d. Kgl. Bayer. Staatseisenbahnverwaltung in München.

18 **Zehnder, V.,** Kgl. Regierungsrat im Maschinenkonstruktionsamt der Kgl. Bayer. Staatseisenbahnverwaltung in München.

19 **Beutel, F.,** Kgl. Regierungsrat der Eisenbahndirektion München.

20 **Benedict, H., Dr.,** Leverkusen a. Rh.

21 **Bergakademie, Kgl.,** Berlin N 4, Invalidenstraße 44.

22 **Bergakademie, Kgl.,** Freiberg, Sachs.

23 **Berg- und Hüttenmännischer Verein,** Siegen.

24 **Berlin - Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft,** Berlin NW, Moabit 87.

25 **Berliner Aktiengesellschaft f. Eisengießerei u. Maschinenfabrikation,** Charlottenburg, Franklinstraße 6.

26 **Berliner Bezirksverein,** Verein deutscher Ingenieure.

Adresse: C. Fehlert, Berlin NW 7, Dorotheenstraße 32.

27 **Bernburger Portland-Zementfabrik, A.-G.,** Bernburg.

28 **Bezirksverband des Regierungsbezirkes Kassel.**

Vertreter: **Freiherr von Riedesel.**

29 **Berndt,** Geh. Baurat, Prof., Darmstadt.

30 **Blohm & Voss,** Werftbesitzer, Hamburg-Steinwärder.

31 **Böcker, Moritz,** Kommerzienrat, Remscheid, Westfalen.

32 **Böcking, C. H. & Dietzsch,** Portland-Zementfabrik, Malstatt bei Saarbrücken, (Rheinprovinz).

33 **Böcking & Cie., Rud.,** Halbergerhütte bei Saarbrücken.

34 **Bonner Bergwerks- u. Hüttenverein,** Zementfabrik, Oberkassel b. Bonn.

35 **Borsig, A.,** Berg- u. Hüttenverwaltung, Borsigwerk, Oberschlesien.

36 **Borsig E.,** Fabriksbesitzer, Berlin N 4, Chausseestraße 6.

Digitized by Google

37 **Breitenburger Portland-Zementfabrik,** Lägerdorf, (Holstein)
38 **Brügmann, W.,** Gerant d. Aplerbecker Hütte, Dortmund, Bornstraße 23.
39 **Bruhn, Dr.,** Charlottenburg, Giesebrechtstraße 7.
40 **Bubendey,** Wasserbaudirektor, Geh. Baurat, Hamburg.
41 **Buderußsche Eisenwerke,** Wetzlar.
42 **Bües, C.,** Architekt, Baumaterialiengeschäft, Hamburg, Ankelmannstr. 98.
43 **Bürstenbinder,** Bauinspektor, Hamburg, Admiralitätsstraße 56.
44 **Chemnitzer Bezirksverein deutscher Ingenieure,** Chemnitz.
45 **Corleis, E. Dr.,** Chemiker, Gußstahlfabrik Fried. Krupp, Essen.
46 **Cramer, E.,** Redakteur der Tonindustriezeitung, Berlin NW 21, Dreysestraße 4.
47 **Dampfkesselrevisionsverein,** Berlin NW 21, Alt Moabit 90.
48 **Dampfkesselrevisionsverein für den Regierungsbezirk Aachen.** Adresse: Gust. Talbot & Co. in Aachen.
49 **Dampfkesselrevisionsverein für die Provinz Ostpreußen,** Königsberg in Pr.
50 **Dampfkessel-Überwachungsverein,** Frankfurt a. M.
51 **Deutscher Beton-Verein** in Biebrich am Rh.
52 **Deutscher Verband für die Materialprüfungen der Technik,** Gr. Lichterfelde W, (kgl. Materialprüfungsamt).
53 **Deutscher Verein für Ton- Zement- und Kalkindustrie E. V.,** Berlin NW 21, Dreysestraße 4.
54 **Deutsch - Luxemburgische Bergwerks- und Hütten-Aktiengesellschaft, Abteilung Friedrich-Wilhelms-Hütte,** Mühlheim a. d. Ruhr.
Dortmund-Emskanalverwaltung, kgl. Münster i. W.
Vertreter:
55 **Claussen,** Oberbaurat, Münster.
56 **Koß,** Baurat.
57 **Dowerg, H.,** Generaldirektor, Kneuttingen.
58 **Dreyer, Rosenkranz & Droop,** Hannover.
59 **Dümmler, K.,** Architekt und Redakteur der deutschen Töpfer- und Zieglerzeitung, Berlin N 4, Kesselstraße 7.
60 **Duisburger Eisen- und Stahlwerke,** Duisburg.
61 **Dyckerhoff, Dr. August,** Amöneburg b. Biebrich a. Rh.
62 **Dyckerhoff, E.,** Kommerzienrat, Firma Dyckerhoff & Widmann, Zementwarenfabrik, Biebrich a. Rh.
63 **Dyckerhof, Rud.,** Fabriksbesitzer, Portland-Zement-Fabrik Dyckerhoff & Söhne, Amöneburg b. Biebrich a. Rh.
64 **Eckermann, G.,** Direktor des Norddeutschen Vereins zur Überwachung von Dampfkesseln, Altona (Elbe), Gerichtstraße 1.
65 **Eger, L. Dr., 1.** Chemiker der Kgl. Bayer. Staatseisenbahnverwaltung in München, Schubertstraße 10, I.
Eisenbahndirektion, Kgl., Altona.
Vertreter:
66 **Schreiber,** Reg.- und Baurat.
67 **Nöh,** Geh. Baurat.
Eisenbahndirektion, Kgl., Berlin.
Vertreter:
68 **Schneidt,** Reg.- und Baurat.
69 **Rustemeyer,** Eisenbahndirektor.
Eisenbahndirektion, Kgl., Breslau.
Vertreter:
70 **Hillmann,** Reg.- und Baurat.
71 **Wegner,** Reg.- und Baurat.
Eisenbahndirektion, Kgl., Bromberg.
Vertreter:
72 **Schlemm,** Geh. Baurat.
73 **Hossenfelder,** Geh. Baurat.
Eisenbahndirektion, Kgl., Cassel.
Vertreter:
74 **Krauß,** Reg.- und Baurat.
75 **Staud,** Reg.- und Baurat.
Eisenbahndirektion, Kgl., Danzig.
Vertreter:
76 **Stimm,** Reg.- und Baurat.
77 **Partenschy,** Reg.- und Baurat.
Eisenbahndirektion, Kgl., Elberfeld.
Vertreter:
78 **Knechtel,** Reg.- und Baurat.
79 **Schwermann,** Reg.- und Baurat.
Eisenbahndirektion, Kgl., Erfurt.
Vertreter:
80 **Siegel** Geh. Baurat.
81 **Bäseler,** Reg.- und Baurat.
Eisenbahndirektion, Kgl., Essen.
Vertreter:
82 **Müller,** Reg.- und Baurat.
Eisenbahndirektion, Kgl., Frankfurt am Main.
Vertreter:
83 **Wiegand,** Reg.- und Baurat.
84 **Levy,** Reg.- und Baurat.

Digitized by Google

Eisenbahndirektion, Kgl., Hannover.

Vertreter:

85 **Bindemann,** Ober- und Geh. Baurat.
86 **Zachariae,** Ober-Baurat.
87 **Schäfer,** Geh. Baurat.
88 **Simon,** Reg.- und Baurat.

Eisenbahndirektion, Kgl., St. Johann-Saarbrücken.

Vertreter:

89 **Kirchhoff,** Geh. Baurat.
90 **Schmidt,** Reg.- und Baurat.
91 **Oesten,** Reg.- und Baurat.
92 **Bockholt,** Reg.- und Baurat.

Eisenbahndirektion, Kgl., Kattowitz.

Vertreter:

93 **Patté,** Reg.- und Baurat.
94 **Burgund,** Reg.- und Baurat.

Eisenbahndirektion, Kgl., Köln.

Vertreter:

95 **Esser,** Ober- und Geh. Baurat.
96 **Schmitz,** Geh. Baurat.
97 **Berger,** Geh. Baurat.
98 **Everken,** Oberbaurat.

Eisenbahndirektion, Kgl., Königsberg i. Pr.

Vertreter:

99 **Komorek** Reg.- und Baurat.
100 **Diedrich,** Eisenb.-Bauinspektor.

Eisenbahndirektion, Kgl., Magdeburg.

Vertreter:

101 **Borchart,** Ober-Baurat.
102 **Scheer,** Eisenbahn-Bauinspektor.

Eisenbahndirektion, Kgl., Preußische und Großherzogl. Hessische, in Mainz.

Vertreter:

103 **Büscher,** Reg.- und Baurat.
104 **Stahl,** Reg.- und Baurat.

Eisenbahndirektion, Kgl., Münster i. W.

Vertreter:

105 **Heller,** Reg.- und Baurat.
106 **Gerlach,** Reg.- und Baurat.

Eisenbahndirektion, Kgl., Posen.

Vertreter:

107 **Traeder,** Reg.- und Baurat.
108 **Herzog,** Bau- und Betriebsinspektor.

Eisenbahn-Direktion, Kgl., Stettin.

Vertreter:

109 **Lauer,** Reg.- und Baurat.
110 **Seidl,** Geh. Baurat.

Eisenbahn-Zentralamt, Kgl., Berlin NW 6, Luisenstraße 31.

Vertreter:

111 **Hagenbeck,** Ober-Baurat.
112 **Kohn,** Geh. Baurat.
113 **Matthaei,** Reg.- und Baurat.
114 **Dütting,** Ober-Baurat.
115 **Samans,** Reg.- und Baurat.
116 **Jahnke,** Reg.- und Baurat.
117 **Krause,** Reg.- und Baurat.
118 **Eisenwerk Kaiserslautern,** Kaiserslautern.

Eisenwerk Kraft in Kratzwieck bei Stettin.

Vertreter:

119 **Grau,** General-Direktor.
120 **Eisenwerk (vorm. Nagel & Kaemp), Aktien-Gesellschaft Hamburg-Uhlenhorst.**

Erste Automatische Gußstahlkugelfabrik vorm. Friedr. Fischer, Aktiengesellschaft in Schweinfurt a. M.

Vertreter:

121 **Ehrgruber,** Fabrikdirektor.
122 **Brüsewitz,** Ingenieur.
Gekürzte Briefadresse: Kugelfabrik Fischer, Schweinfurt.

Feldzeugmeisterei, Berlin.

Vertreter:

123 **Reinsch,** Betriebsdirektor.
124 **Fikentscher, Fr. Chr.,** Tonwarenfabrik, Zwickau i. S.

Finanzministerium, Kgl. Sächs., Dresden.

Vertreter:

125 **Krüger,** Geh. Baurat.
126 **Föppl, A., Dr. phil.,** Professor der Mechanik und Vorsteher des mech.-techn. Laboratoriums der techn. Hochschule, München.
127 **Funk, D.,** Kalkwerk und Portland-Zement-Werk Walhalla, Regensburg.
128 **Generaldirektion der Großherzogl. Badischen Staatseisenbahnen.** Karlsruhe.

Generaldirektion der Eisenbahnen in Elsaß-Lothringen, Kaiserl., Straßburg.

Vertreter:

129 **Möllmann,** Regierungsrat.
130 **Bose, von,** Regierungsrat.
131 **Generaldirektion der Kgl. Sächsischen Staatseisenbahnen,** Dresden.

Digitized by Google

132 **Generaldirektion d. Kgl. Württembergischen Staatseisenbahnen,** Stuttgart.

133 **Geologische Landesanstalt, Kgl.,** Berlin N 4, Invalidenstraße 44.

134 **Gerber, G.,** Dr., Ing., Kgl. Ober-Baurat, München, Bavariaring 22 I.

135 **Germanischer Lloyd,** Berlin NW 40, Alsenstraße 12.

Geschützgießerei, Kgl., Spandau.

Vertreter:

136 **Plagemann,** Betriebsleiter.

Gewehrfabrik, Kgl., Spandau.

Vertreter:

137 **Kayser, Dr.,** Chemiker.

138 **Gillhausen, G.,** Direktor, Essen.

139 **Glinzer, E., Dr.,** Oberlehrer der Allg. Gewerbeschule und Baugewerbeschule, Hamburg, Graumannsweg 69.

140 **Gleim, C. O.,** Ingenieur, Hamburg-Uhlenhorst, Dorotheenstraße 184.

141 **Goslich, Dr.,** Direktor der Stettiner Portland-Zement-Fabrik, Züllchow, Pommern.

142 **Guilleaume, Th. von** Kommerzienrat, Köln, Sedanstraße 13.

143 **Guthmann, R.,** Baumeister, Wannsee.

144 **Haarmann,** Dr., Ing., Geh. Kommerzienrat, Generaldirektor der A.-G. Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Vereine, Osnabrück.

145 **Hamburgische Münze** mit Staatshüttenlaboratorium, Hamburg 1, Norderstraße 66.

146 **Hannoversche Portland-Zement-Fabrik, A.-G.,** Misburg, Hannover.

147 **Hartmann & Braun,** elektrotechnische Fabrik, Frankfurt a. M., Bockenheim.

Hauptstation, Kgl. preußische, des forstl. Versuchswesens, Eberswalde.

Vertreter:

148 **Schwappach, Prof. Dr.,** Forstmeister.

149 **Hecht, Dr. H.,** Regierungsrat, Privatdozent und Mitinhaber des chem. Laboratoriums für Tonindustrie, Berlin NW 21, Dreysestraße 4.

150 **Heckel, Georg,** G. m. b. H., Drahtseilfabrik, St. Johann a. d. Saar, Rheinprovinz.

151 **Heckmann, Georg,** Fabriksbesitzer, Berlin W 62, Maaßenstraße 29.

152 **Heckmann, Friedrich,** Berlin SO 33, Görlitzer Ufer 9.

153 **Heddernheimer Kupferwerk vorm. F. A. Hesse Söhne,** Heddernheim bei Frankfurt a. M.

154 **Heintzel, C. Dr.,** Chemiker, Laboratorium für Zementindustrie, Lüneburg.

155 **Herfeldt, G.,** Kommerzienrat, Traßgrubenbesitzer, Andernach a. Rh.

156 **Herzberg, A.,** Kgl. Baurat, Berlin W 62, Keithstraße 14.

157 **Heyn, E.,** Professor an der technischen Hochschule zu Charlottenburg, Groß-Lichterfelde, Theklastr.

158 **Hilbenz, Dr.,** Rheinhausen-Friemersheim.

159 **Hoch, A.,** Fabrikdirektor der Stuttgarter Zementfabrik, Ehingen a. D.

160 **Hoffmann, O.,** Direktor der deutschen Steinzeugwarenfabrik für Kanalisation und chemische Industrie, Friedrichsfeld i. B.

161 **Hohenlohe-Werke, A.-G.,** Hohenlohehütte, O. S.

162 **Hüser & Co.,** Gesellschaft für Zement-Stein-Fabrikation in Oberkassel, Siegkreis.

163 **Huldschynskische Hüttenwerke, A.-G.,** Bahnhof Gleiwitz, O. S.

164 **Hundeshagen, Dr. & Philip Dr.,** öffentlich-chemisches Laboratorium in Stuttgart, Waldeckstraße 8.

165 **Internationaler Verband der Dampfkessel-Überwachungsvereine,** Wien.

166 **Kauffmann, O.,** Fabriksbesitzer, Niedersedlitz, Sachsen.

167 **Kirchner, E.,** Professor der technischen Staatslehranstalten, Techn. Redakteur des Wochenblattes für Papierfabrikation, Chemnitz, Sachs., Agrikolastraße 2 III.

168 **Klebe, C.,** Inspektor im mech.-techn. Laboratorium der Kgl. technischen Hochschule, München, Gabelsbergerstraße 75 I.

169 **Körting, Gebr., A.-G.,** Körtingsdorf bei Hannover.

Vertreter:

Direktor E. Körting.

170 **Krantz, H.,** Kgl. bayer. Oberleutnant a. D., Memmingen, Ulmerstr. 30.

171 **Krause, M.,** Ingenieur, Direktor v. A. Borsig, Berg- und Hüttenverwaltung, Berlin, N 4, Chausseestraße 6.

172 **Kreiling, Ph.,** Vorsteher des chem.-techn. Laboratoriums d. Deutschen Töpfer- und Zieglerzeitung, Berlin N 4, Kesselstraße 7.

Digitized by Google

Kriegsministerium, Kgl. preußisches, Berlin.
Vertreter:
173 **Wodrig,** Geh. Oberbaurat.
174 **Koch,** Oberingenieur und Baurat.
175 **Schmidt,** Geh. Baurat, Kgl. Intendantur d. milit. Institute, Berlin.

Kriegsministerium, Kgl. sächsisches, Dresden.
Vertreter:
176 **Glausnitzer,** Intendantur- u. Baurat.
177 **Kriemler, K.,** Prof. der techn. Mechanik an der Techn. Hochschule Stuttgart. Stafflenbergstraße 26.
178 **Krohn, R.,** Prof., Reg.-Rat in Langfuhr.
179 **Krupp Fr.,** Grusonwerk, Direktion, Magdeburg-Buckau.
180 **Kustermann, F. S.,** Lagerhaus, München, Rosenheimerstraße 120.
181 **Laboratorium d. Vereins deutscher Portland - Zementfabrikanten in Karlshorst bei Berlin.**
182 **Lange, Otto,** Dr. phil., Ingenieur, Stahlwerkschef d. Hörder Vereins in Hörde.
183 **Lender, R.,** Kapitän a. D. und Fabriksbesitzer, Schöneberg bei Berlin, Hauptstraße 25.
184 **Leube, G., Dr.,** Zementfabrikant, Ulm a. d. D.
185 **Leube, Otto,** Inh. der Ulmer Kunststein- und Betonwerke, Ulm a. D.
186 **Linde,** Reg.-Baumeister a. D., Verein Deutscher Ingenieure, Berlin, NW 7, Charlottenstraße 43.
187 **Lothringer Portland-Zementwerke.** Straßburg in Els.
188 **Lukas, G.,** Geh. Hofrat, Dresden A. 27, Bienertstraße 39 I.
189 **Magdeburger Verein für Dampfkesselbetrieb,** Magdeburg, Adelheidring 16.
190 **Magistrat der Kgl. Haupt- und Residenzstadt,** Breslau.
191 **Magistrat,** Köln.
192 **Magistrat,** Königsberg i. Pr.
193 **Mannheimer Maschinenfabrik,** Mohr & Federhaff, Mannheim.
194 **Martens, A.,** Dr. Ing., Geh. Ober-Regierungsrat, Professor, Direktor des Kgl. Materialprüfungsamtes, Mitglied der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Groß-Lichterfelde W, Postdamer Chaussee.
195 **Märkischer Verein zur Prüfung und Überwachung von Dampfkesseln,** Frankfurt a. O., Bahnhofstraße 5a.
196 **Märklin, A.,** Kommerzienrat, Borsigwerk O. S.
197 **Maschinenbau- und Hüttenschule, Kgl.** Duisburg.
198 **Maschinenbauschule, Kgl.** Dortmund.
199 **Massenez, Jos.,** Wiesbaden, Humboldtstraße 14.

Materialprüfungsamt, Kgl., Groß-Lichterfelde.
Vertreter:
200 **Martens, A.,** Geh. Ober-Regierungsrat, Professor und Direktor des Amtes.
201 **Rudeloff, M.,** Stellvertretender Direktor, Prof. u. Abteilungsvorsteher.
202 **Gary, M.,** Ingenieur, Prof. und Abteilungsvorsteher.
203 **Herzberg, W.,** Chemiker, Prof. und Abteilungsvorsteher.
204 **Holde, D. Dr.,** Chemiker, Prof. und Abteilungsvorsteher.
205 **Materialprüfungsanstalt der Kgl. techn. Hochschule,** Stuttgart.
206 **Metallurgisches Laboratorium der Kgl. techn. Hochschule** (Prof. Dr. Weeren) Charlottenburg.
207 **Meurin, J.,** Tuffsteingrubenbesitzer, Andernach a. Rh.
208 **Meyer Dr. Eugen,** Prof., Vorsteher, des Festigkeitslaboratoriums an der techn. Hochschule, Charlottenburg.
209 **Meyer. F. M.,** Fabrikdirektor, Malstatt.
210 **Michaelis, W., Dr,** Zement-Techn., Berlin, NO. 18, Friedenstraße 19.

Militär-Versuchsamt, Kgl. Berlin-Jungfernheide, Postamt Plötzensee.
Vertreter:
211 **Prof. Wurtzel, Dr.,** Abtl. Vorstand.

Mineralogisch - Geologisches Institut der Kgl. Techn. Hochschule in Charlottenburg,
Vertreter:
212 **Hirschwald, J.,** Dr., Prof., Geh., Reg.-Rat.
213 **Tannhäuser, F.,** Dr., Prof., Privatdozent

Wetzstein, A., Hütteningenieur.

Ministerial-Baukommission, Kgl., Berlin NW. 40.
Vertreter:
214 **Mühlke,** Geh. Baurat.
215 **Eger,** Geh. Baurat.
216 **Koerner,** Baurat.
217 **Engelmann,** Baurat.
218 **Diestel,** Geh. Baurat.
219 **Schultze,** Wasserbau-Inspektor.
220 **Adams,** Reg.- und Baurat.

Digitized by Google

Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Kgl., Berlin W 66.
Vertreter:
221 **Natorp**, Reg.- und Baurat.
222 **Doemming, v.**, Ministerial- und Ober-Baudirektor.
223 **Saal**, Geh. Oberbaurat.
224 **Haas**, Geh. Baurat.
225 **Zimmermann, Dr.**, Ing. Dr., Wirklicher Geh. Ober-Baurat.
226 **Nitschmann**, Geh. Ober-Baurat.
227 **Sarrazin, Dr.** Ing., Geh. Ober-Baurat.
228 **Eggemann**, Reg.- u. Baurat.
229 **Mittelrheinisch. Dampfkessel-Überwachungs-Verein**, Coblenz, Josefstraße 8.
230 **Müller, Dr.**, Direktor der deutschen Portland-Zementfabrik, Adler, Kalkberge Rüdersdorf.
231 **Müller, Gebr.**, Papier-Fabrik, Mochenwangen (Württemberg).
232 **Müller, Fr.**, Fabrikdirektor, Eisenwerk Kaiserslautern.
Munitionsfabrik, Kgl., Spandau.
Vertreter:
233 **Meier**, Oberingenieur.
234 **Münster, E.**, Oberingenieur des Westpreußischen Vereines zur Überwachung von Dampfkesseln, Danzig.
Norddeutscher Verein zur Überwachung v. Dampfkesseln, Altona.
Vertreter:
235 **Eckermann, G.**, Oberingenieur.
236 **Ober-Berg- und Hüttendirektion der Mansfeldschen Kupferschiefer bauenden Gewerkschaft Eisleben.**
Oberpräsidium der Provinz Sachsen, Kgl., Elbstrombauverwaltung, Magdeburg.
Vertreter:
237 **Schmidt**, Baurat.
238 **Haucke**, Reg.-Baumeister.
Oberpräsidium der Provinz Schlesien, Kgl., Breslau, Oderstrombauverwaltung.
239 **Hamel**, Reg.- und Baurat.
240 **Rößler**, Reg.- und Baurat.
Oberpräsidium der Provinz Westpreußen, Kgl., Danzig.
Vertreter:
241 **Gersdorf**, Strombaudirektor, Danzig.
242 **Weißker**, Reg.- und Baurat, Danzig.
243 **Rudolph**, Baurat in Kulm.
244 **Rathke**, Baurat in Marienwerder.
245 **Meiners**, Maschinenbauinspektor in Groß-Plehnendorf.
246 **Oberschlesische Eisenbahn-Bedarfs-Aktien-Gesellschaft**, Friedenshütte bei Morgenroth in Ob.-Sch.
247 **Oberste Baubehörde im Staatsministerium des Innern, Kgl.**, München.
248 **Offenbacher Portland-Zementfabrik, A.-G.**, Offenbach a. M.
249 **Oldenburgische Eisenbahndirektion, Großherzogl.**, Oldenburg.
250 **Oppelner Portland-Zementfabriken**, vorm. F. W. Grundmann, Oppeln.
251 **Otto, H.**, Oberingenieur, zur Zeit Boppard a. Rh., Sabelstraße 32.
252 **Pfalz-Saarbrücker Bezirksverein deutscher Ingenieure**, St. Johann a. Saar. Z. H. des Herrn **Georg Heckel**, St Johann a. Saar.
253 **Pfälzischer Dampfkessel-Revisions-Verein**, Kaiserlautern, Rhein-Pfalz
Polizeipräsidium, Kgl., Berlin.
Vertreter:
254 **Greve**, Reg.- und Baurat.
255 **Höpfner**, Reg.- und Baurat.
256 **Graßmann**, Geh Baurat.
257 **Ritgen, Dr. v.**, Geh. Baurat.
258 **Schneider**, Reg.- und Baurat.
259 **Rattey**, Reg.- und Baurat.
260 **Pommerscher Verein zur Überwachung von Dampfkesseln**, Stettin.
261 **Portland-Zementfabrik, (Gebrüder Spohn)**, Blaubeuren, Württemberg.
262 **Portland-Zementfabrik Goeßnitz**, Aktiengesellschaft, Goeßnitz.
263 **Portland-Zementfabrik Halle a. d. Saale**, Halle a. d. Saale.
264 **Portland-Zementfabrik**, Karlstadt a. M.
265 **Portland-Zementwerke Heidelberg und Mannheim, A.-G.**, Heidelberg.
266 **Portand-Zementwerk Rombach, A.-G.**, Rombach, Lothringen.
267 **Prégardien, J.**, Dampfkesselfabrik, Kalk bei Köln.
268 **Prüfungsanstalt für Baumaterialien, Kgl. Sächsische, an den techn. Staatslehranstalten**, Chemnitz.
269 **Probst, E.**, Zivilingenieur, Berlin W 50, Pragerstraße 2.
270 **Prüssing, C.**, Chemiker, Fabrikdirektor Portland-Zementfabrik Hemmoor a. d. Oste.
271 **Prüssing, P., Dr.**, Schönebeck a. d. Elbe.
272 **Rathjen, J.**, Fabrikbesitzer, Ottensen bei Hamburg.

Digitized by Google

Regierungspräsidium, Kgl., Aurich.
Vertreter:
273 **Carl Prinz von Ratibor, Dr.**, Regierungspräsident, Aurich.
274 **Schulze**, Reg.- und Baurat, Emden.
Regierungspräsidium, Kgl., Bromberg.
Vertreter:
275 **May**, Reg - und Baurat.
276 **Schwarze**, Reg - und Baurat.
berg.
Regierungspräsidium, Kgl., Danzig.
Vertreter:
277 **Lehmbeck**, Reg.- u. Baurat, Danzig.
278 **Mau**, Reg.- und Baurat, Danzig.
279 **Hentschel**, Hafenbauinspektor, Neufahrwasser.
280 **Delion**, Wasserbauinspektor, Elbing.
Regierungspräsidium, Kgl. Königsberg.
Vertreter:
281 **Ladisch**, Reg - und Baurat, Königsberg.
282 **Musset**, Hafenbau-Inspektor, Baurat, Memel.
283 **Strauß**, Hafenbau-Inspektor, Pillau.
Regierungspräsidium, Kgl., Stettin.
Vertreter:
284 **Rudolph** Maschinenbau-Inspektor, Reg.- und Baurat, Bredow a. O.
285 **Zander**, Bahnhofsvorsteher, Swinemünde.
285 **Narten**, Reg.- und Baurat, Stettin.
Reichs - Marineamt, Kaiserliches, Berlin W, 9.
Vertreter:
286 **Hüllmann**, Marine-Oberbaurat.
287 **Schulz**, Marinebaurat.
288 **Reusch, Paul**, Vorstandsmitglied der Gutehoffnungshütte, Oberhausen (Rheinl.).
289 **Rheinischer Dampfkesselüberwachungs-Verein**, Düsseldorf.
290 **Rieppel, A., v.**, Dr., Ing., Baurat, Direktor der Maschinenbau-Aktiengesellschaft, Nürnberg.
291 **Roch**, Oberkunstmeister, Professor a. d. Kgl. Sächs. Bergakademie, Freiberg in Sachsen.
292 **Röchlingsche Eisen- und Stahlwerke**, G. m. b. H., Völklingen a. d. Saar.
293 **Rosenzweig, G.**, Fabriksbesitzer und Teilhaber der Firma Rosenzweig & Baumann, Cassel.
294 **Sack & Kisselbach**, Maschinenfabrik und Kesselschmiede, Düsseldorf-Rath.
295 **Saigge**, Intendantur- und Baurat der Kgl. Intendantur des 15. Armeekorps, Straßburg.
296 **Sächsisch - Anhaltischer Verein zur Prüfung u. Überwachung von Dampfkesseln**, Bernburg.
297 **Sächsischer Dampfkessel — Revisionsverein**, Chemnitz.
298 **Sächsisch - Thüringischer Dampfkessel—Revisionsverein**, Halle a. S.
299 **Sächsisch - Thüringische Portlandzement-Fabrik Prüßing & Co.**, Göschwitz.
300 **Schacht, W.**, technischer Direktor d. Aktiengesellschaft, Vereinigte Strohstofffabriken Tännicht bei Coswig i. S. (Niederlösnitz bei Dresden, Privatwohnung).
301 **Schäffer & Budenberg**, Maschinen- und Dampfkessel - Armaturen-Fabrik, Magdeburg-Buckau
302 **Scheit, H.**, Regierungsrat, Professor und Direktor der Kgl. Sächs. mech. techn. Versuchsanstalt an der Techn. Hochschule, Dresden.
303 **Schimischower Portlandzement-Kalk- und Ziegelwerke**, Schimischow, O.-S.
304 **Schlesische Aktiengesellschaft für Portlandzement - Fabrikation**, Groschowitz bei Oppeln.
305 **Schlesischer Verein zur Überwachung von Dampfkesseln**, Breslau, Gartenstraße 32b.
306 **Schopper, L.**, Anstalt für Präzisions-Mechanik, Leipzig, Arndtstraße 27.
307 **Schott, F.**, Direktor der Portlandzement-Fabrik, Heidelberg.
308 **Schrader, W.**, Direktor des Stuttgarter Immobilien- und Baugeschäftes, Stuttgart, Neckarstraße 84.
309 **Schrödter, E.**, Dr., Ing., Geschäftsführer des „Vereins Deutscher Eisenhüttenleute", Düsseldorf, Jakobistraße 5.
310 **Schwenk, E.**, Zementfabrik, Ulm a. d. D.
311 **Seipp, H., Dr.**, Direktor der Kgl. Baugewerkschule, Kattowitz.

Digitized by Google

312 **Selve, G.,** Geheimer Kommerzienrat, Firma Basse & Selve, Altena, Westf.
313 **Simon, Ed.,** Chemiker in Dresden.
314 **Sonne, W., Dr.,** Vorstand der Großh. chemischen Prüfungsanstalt für die Gewerbe, Darmstadt, Heinrichstraße 55.
315 **Springorum, Fr.,** Hüttendirektor, Dortmund, Stahlwerk Hoesch.
316 **Stapf,** Regierungsbaumeister, Berlin W 35, Lützowstraße 62.
317 **Steinbrück, P.,** Fabrikdirektor, Kommerzienrat, Karlstadt a. M.
318 **Stettin-Bredower Portlandzement-Fabrik,** Bredow a. d. Oder.
319 **Strauß, B., Dr.,** Vorstand der Physikal. Versuchsanstalt der Gußstahlfabrik Fried. Krupp, A.-G., Essen.
320 **Stribeck, R.,** Professor, Grunewald, Trabenerstraße 21.
321 **Sugg,** Oberhütteninspektor, Königshütte, O.-S.
322 **Technisches Bureau der Hamburg—Amerika-Linie, E. Blumenthal,** Maschineninspektor, Hamburg, Altstadt Süderteil, Zweibrückenstraße.
323 **Technikum der Stadt Bremen,** Bremen.
324 **Technische Hochschule, Kgl.,** Bibliothek, Aachen.

Technische Hochschule, Kgl., Berlin.

Vertreter:

325 **Obergethmann,** Professor.
326 **Technische Hochschule,** Abteilung für Bau-Ingenieurwesen, Kgl., Charlottenburg.
327 **Techn. Hochschule** (Bücherei) **in Danzig** (Langfuhr).
328 **Techn. Hochschule, Großherzogl.,** Darmstadt.
329 **Techn. Hochschule, Großherzogl.,** Karlsruhe.
330 **Techn. Hochschule, Herzogl.,** Braunschweig.
331 **Techn. Hochschule, Kgl.,** Dresden.
332 **Tiefbauamt der Residenz,** Karlsruhe.
333 **Toepffer, Dr.,** Finkenwalde in Pommern.
334 **Traun, Dr. Heinrich & Söhne, vorm. Harburger Gummi-Kamm-Compagnie,** Hamburg 8, Meyerstraße 59.
335 **Treumann J., Dr.,** Hannover.
336 **Union, A.-G. für Bergbau-Eisen-Stahl-Industrie,** Dortmund.
337 **Verband der deutschen Pflaster- u. Hartstein-Industriellen.** z. H. d. Herrn
Dr. Wasner, Berlin W 30, Motzstraße 61.
338 **Verband deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine,** Berlin W 30, Heilbronnerstraße 24.
Verband selbständiger öffentlicher Chemiker Deutschlands.

Kassenführer:

339 **Popp, Dr.,** Frankfurt a./M., Mainzerstraße 52.
Verein der Kupferschmiedereien Deutschlands.

Adresse:

340 **Heymann Th. v.,** Hannover.
341 **Verein deutscher Eisenhüttenleute,** Düsseldorf, Schadowplatz 14.
342 **Verein deutscher Fabriken feuerfester Produkte, Geith Rud.,** Oeslau b. Coburg.
343 **Verein für die Berg- und Hüttenmännischen Interessen im Aachener Bezirk,** Aachen, Theaterstraße 6.
344 **Verein für Eisenbahnkunde,** Berlin W 66, Wilhelmstraße 92/93.
345 **Verein deutscher Chemiker,** Halle a. d. Saale, z. H. des Herrn
Fritz Lüty, Direktor, Mannheim, L. 8. 11.
346 **Verein deutscher Eisen- und Stahlindustrieller,** Berlin W 35, Karlsbad 4a.
347 **Verein deutscher Ingenieure,** Berlin NW 7, Charlottenstraße 43.
Verein deutscher Ingenieure, Bezirksverein a. d. niedr. Ruhr.

Vertreter:

348 **Bütow,** Obering, Essen a. d. Ruhr.
349 **Verein deutscher Maschineningenieure,** Berlin SW 68, Lindenstr. 80.
350 **Verein deutscher Portland-Zement-Fabrikanten,** Heidelberg.
351 **Verein deutscher Revisions-Ingenieure.** z. H. des Herrn
Dr. Löbner, jur., Hofrat, Leipzig.
352 **Verein zur Beförderung des Gewerbefleißes,** Berlin, Techn. Hochschule.
353 **Verein zur Revision und Überwachung von Dampfkesseln,** Cassel.

Digitized by Google

Verein zur Überwachung der Dampfkessel in Hannover.
Vertreter:

354 **Dunsing**, Oberingenieur, Hannover.

355 **Vereinigte Königs- und Laurahütte, A.-G. für Bergbau- und Hüttenbetrieb**, Berlin W 8, Französische-straße 60/61.

356 **Vereinigte Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg**, A.-G., Werk Nürnberg.

357 **Vogt L.**, Oberingenieur der Bergschen Dampfkessel-Revisionsvereine, Barmen, Poststraße 9.

358 **Wagner H.**, Verblendsteinfabrikant, Glatz, Schl.

359 **Wagner P.**, Teilhaber der Firma D. Zervas Söhne, G. m. b. H., Köln, Mechtildistraße 6.

360 **Wedding Carl**, Korvettenkapitän, S. M. S. „Zieten", Wilhelmshafen.

361 **Wendemuth**, Baurat, Mitglied der Wasserbaudirektion, Hamburg.

362 **Weyrich**, Baurat, Hamburg, Altes Rathaus, Admiralitätsstraße 56.

363 **Wigand P.**, Fabrikdirektor, Stuttgarter Zementfabrik, Blaubeuren in Schelklingen.

364 **Wild H.**, Hüttendirektor a. D., Hannover, Wedekindstraße 24 I.

365 **Wimmer, Dr.**, Vereid. Nahrungsmittelchemiker, Stettin, Elisabethstraße 69.

366 **Wolf R.**, Kgl. Kommerzienrat, Maschinenfabrik und Kesselschmiede, Magdeburg-Buckau.

367 **Wunstorfer Portland-Zement-Fabrik A.-G.**, Wunstorf-Bahnhof.

368 **Württembergischer Bergrat, Kgl.**, Stuttgart.

369 **Württembergischer Bezirksverein Deutscher Ingenieure**, Stuttgart.

Württembergischer Dampfkessel-Revisionsverein, Stuttgart.
Vertreter:

370 **Lechner Th.**, Kgl. Baurat, Oberingenieur des Vereins, im Verhinderungsfalle dessen Vertreter.

371 **Württembergische Ministerialabt., Kgl., für den Straßen- und Wasserbau**, Stuttgart.

372 **Württembergisches Portland-Zementwerk**, Lauffen a. Neckar.

373 **Wüst, F., Dr.**, Professor in Aachen.

374 **Zentralverband der preußischen Dampfkessel-Überwachungsvereine**, Frankfurt a. Oder.

Zeugmeisterei, Kgl. Sächs., in Dresden.
Vertreter:

375 **Enders**, Ingenieur und Betriebsleiter.

Digitized by Google

République Argentine — Argentinien — Argentine Republic.

1 Centro Nacoinal de Ingenerios, Buenos-Aires, Gerrito 228.

Australie — Australien — Australia.

1 Allan, Pery, Memb. Inst. C. E., Engineer Public Works Department N. S. Wales, Public Works Dep. Sydney, N. S., W.

2 Barraclough, S. Henry, Lecturer on Mechanical Engineering; University of Sydney, N. S. W.

3 Burrows, William & Frederick, Civil Engineer, Government Testing Office Sydney, New South Wales.

4 Deam, Henry, M. Inst. C. E., Civil Engineer, Equitable Building, George Street, Sydney, N. S. W.

5 Dare H. H., Assistant Engineer Public Works Dep., N. S. W.

6 Gibson, Alex. G., Demonstrator in Engineering Design; University of Sydney, N. S. W.

7 Higgins, George, M. C. E., Lecturer on Engineering, University of Melbourne, Victoria.

8 Houghton, J. H., M. Inst. C. E., Civil Engineer, Corner of Bridge and Pitt Str. Sydney, N. S. W.

9 Julius, G. A., Engineer for Designs and Tests Government Railways Western Australia Railway Department, Midland Junction.

10 Knibbs, G. H., F. R. A. S., C. E. Chief of the Commonwealth Bureau of Census and Statistics, Sydney, N. S. W.

11 Macwhinnie, J. W., Chief Engineer for Railways Office, Brisbane, Queensland.

12 Morrison Archd., B E., Civil Engineer, P. N. Russell Engineering School, University of Sydney. N. S. W.

13 Owen, Pircy T., Lieut. Colonel, (late staff), A. Inst. C. E., A. I. El. Eng., Director General of Works Commonwealth of Australia, Sydney, N. S. W.

14 Scheidel Dr. A., Managing Director The Commonwealth Portland Cement Comp. Ltd, Mutual Life of New-York Building, Martinplace, Sydney.

15 Scott Rob. Jul., M. Inst. C. E, M. Inst. M. E., Professor Engineering University of New Zealand, Christchurch, New Zealand.

16 Vicars, J., M. E. Assoc, M. Inst. C. E., City Engineer, Adelaide Town Hall, Adelaide, South Australia.

17 Warren, W. H., M. Inst. C. E., M. Am. Soc. C. E., Challis Professor of Engineering, University of Sydney.

Digitized by Google

Autriche — Österreich — Austria.

1 **Alpine Montangesellschaft, Österreichische**, Wien, I., Kärntnerstraße 55.
2 **Artmann, E., Dr.**, k. k. o. ö. Professor, Wien, IV., Technische Hochschule.
3 **Ast, Ed.**, Ingenieur, Bauunternehmer, Wien, IX., Liechtensteinstraße 41.
4 **Ast, W., k.** k. Regierungsrat, Wien, IX., Spitalgasse 25.
5 **Bach, Th.**, k. k. Oberaurat, o. ö. Professor, Prag, Franzenskai 8.
6 **Bamberger, Max, Dr.**, o. ö. Professor, an der techn. Hochschule, Wien.
7 **Berg- und Hüttenmännischer Verein,** Mährisch-Ostrau.
8 **Berger, Franz,** Inspektor der Südbahn, Wien, VII., Schottenfeldgasse 37.
9 **Berger, Franz, Dr. techn.**, k.k. Sektions-Chef im Ministerium für öffentl. Arbeiten, Wien, VII, Schottenfeldgasse 37.
10 **Bertl, Josef,** Professor der k. k. böhm.-techn. Hochschule, Prag.
11 **Bibliothek** der k. k. Technischen Hochschule, Wien.
12 **Birnbaum, P.,** Ober-Inspektor der k. k. österr. Staatsbahnen, Krakau, Rycerska 9.
13 **Biró, L.**, Ingenieur, Wien, III., Reisnerstraße 61.
14 **Blaschczik, J.,** Direktor der Königshofener Zementfabriks-A.-G., Wien, I., Bauernmarkt 13.
15 **Blythe, John, B.,** Fabriksbesitzer, Wien, I., Elisabethstraße 22.
16 **Bode, R**, Direktor der Wiener Baugesellschaft, Wien, I., Wallnerstraße 1a.
17 **Boschan, A. R. v.,** Oberinspektor der k. k. Nordbahn, Wien, I., Kantgasse 3.
18 **Brausewetter, V.,** Ingenieur, Chef der Beton-Bauunternehmung, Wien, IV., Frankenberggasse 13.
19 **Brejcha, C.,** Oberinspektor der Nordwestbahn, Wien, II., Nordwestbhf.
20 **Brik, J.**, k. k. Hofrat, Professor an der techn. Hochschule, Wien, IV.
21 **Britz, Johann,** Maschineningenieur, Direktor a. D. der Ganz & Co. Eisengießerei und Maschinenfabrik A.-G., Wien, VII/2, Kirchengasse 44.
22 **Bromovsky, Schulz & Sohn,** Maschinenfabrik, Prag.
23 **Bureš, Ottokar, Dr.,** Architekt, Prag, klg. Weinberge 181.
24 **Buresch, A.**, Baumeister, Prag, kgl. Weinberge.
25 **Burger, Wenzel,** k. k. Baurat im Eisenbahnministerium, Wien, I., Schillerplatz 9.
26 **Chaudoir & Comp., Gustav,** Wien, XI, 1, Simmeringer Hauptstraße 57.
27 **Ceipek, Konst., Edl. v.,** k. u. k. Hauptmann, Wien, IX., Zimmermannsgasse 1.
28 **Cimonetti, Emil,** k. k. Baurat im Eisenbahn-Ministerium, Wien, IV., Rubensgasse 13.
29 **Curti, A., Dr.,** Fabriksbesitzer, Wien, VIII., Alserstraße 47.
30 **Dampfkesselprüfungs- und Überwachungsverein,** Prag, Heinrichsgasse 25.
31 **Dampfkessel-Untersuchungs- und Versicherungs-Anstalt,** Wien, I., Operngasse 6.
32 **Demski, G.,** Architekt und Stadtbaumeister, Wien, IX., Günthergasse 3.
33 **Deutscher polytechnischer Verein in Böhmen,** Prag, Krakauergasse.
34 **Direktion der Aktien-Gesellschaft der k. k. priv. hydr. Kalk- und Portland-Zementfabrik zu Perlmoos,** Wien, I., Lothringerstr. 8.
35 **Direktion der maschinengewerbl. Fachschule,** Komotau.
36 **Direktion der priv. österr.-ungar. Staatseisenbahn-Gesellschaft,** Wien, I., Schwarzenbergplatz.
37 **Direktion für den Bau der Wasserstraßen,** Wien, III., Henslerstr. 3.
38 **Doderer, W. v.**, k. k. Baurat, Bauunternehmer, Wien, III., Stammg. 12.

Digitized by Google

39 **Domänen-Direktion Reichenau**, Wien, I., Opernring 23.
40 **Dormus, A., Ritter v.**, Inspektor der k. k. Nordbahn, Wien, II, Kaiser Josefstraße 36.
41 **Ehrenwert., J. v.**, k. k. Professor, Leoben.
42 **Emperger, F. v., Dr.**, k. k. Ober-Baurat, b. a. Bau-Ingenieur, Herausgeber von „Beton u. Eisen", Wien, IV., Paniglgasse 5.
43 **Engelmann, Franz**, Zimmermeister, Brünn, Giskragasse 23.
44 **Erste böhm.-mährische Maschinenfabrik**, Prag.
45 **Erste Floridsdorfer Tonwarenfabrik, Lederer & Nessenyi A.-G.**, Wien, I., Operngasse 14.
46 **Felten & Guillaume**, Fabrik elektr. Kabel, Stahl- u. Kupferwerke, A.-G., Wien, I., Gudrunstraße 11.
47 **Fiedler Thadd.**, k. k. Professor der technischen Hochschule, Lemberg.
48 **Fischer'sche Weicheisen- und Stahlgießerei-Gesellschaft**, Traisen.
49 **Fleischhacker, Martin**, Gemeinderat und Stadtbaumeister, Brünn.
50 **Freißler, A.**, Ingenieur, Hof-Maschinenfabrikant, Wien, X. Erlachpl. 3—4.
51 **Frizzera Domenico**, Trient.
52 **Fuchs H.**, Ing., Konstrukteur der k. k. deutschen techn. Hochschule, Prag, II., Stephansgasse 4.
53 **Gassner, H.**, kaiserlicher Rat, Ober-Inspektor der k. k. Staatsbahnen, Lemberg.

Gebrüder Böhler & Cie., A.-G., I., Elisabethstraße 12—14.

Vertreter:

54 **Heisnig, Franz**, Oberingenieur.
55 **Gerstner, Franz**, k. k. Reg.-Rat, General-Inspektor der öst.-ung. St.-E.-G., Wien, I., Schwarzenbergplatz 3.
56 **Geßner, Aug., Dr.**, Maschinen-Kommissär der k. k. Nordbahn, Wien, IV., Karolineng 32.
57 **Golleschauer Portlandzementfabrik**, Wien, I., Am Hof 6.
58 **Greil, A.**, Baurat, Vorstand der städtischen Material-Prüfungsanstalt, Wien, I., Rathaus.
59 **Greger, Otto**, wirklicher Lehrer am k. k. Technologischen Gewerbemuseum, Wien, XVIII., Edelhofgasse 15.
60 **Gridl, Ig.**, Ing., Wien, V., Bacherplatz 3.
61 **Großmann, Josef**, Ober-Inspektor der österr. Nordwestbahn, Wien, XX/2, Nordwestbahnhof.
62 **Gutmann, M. R. v.**, k. k. Bergrat, Berg- und Hütteningenieur, Wien, I., Fichtegasse 10.
63 **Grünebaum, Franz**, k. u. k. Major a. D., Wien, I., Schottenring 4.
64 **Grünhut, Alfred**, Ingenieur, k. k. Oberkommissär, Wien, VII., Siebensterngasse, k. k. Patentamt.
65 **Haberkalt, K.**, k. k. Ober-Baurat im Ministerium des Innern, Wien, I., Salvatorgasse 12.
66 **Hanisch, A.**, Oberbaurat, k. k. Professor, Sektionsvorstand u. -Leiter der Versuchsanstalt für Bau- und Maschinen - Material am k. k. Technologischen Gewerbe-Museum, Wien, IX., Währingerstraße 59.
67 **Hardy, J. R.**, Ingenieur, Wien, XIX., Wollergasse 4
68 **Hardy, J. G.**, Ingenieur, Wien, I., Riemergasse 13.
69 **Hatschbach, Franz**, k. k. Baurat im Eisenbahnministerium, Wien, I., Schillerplatz 9.
70 **Hauser, W.**, k. k. Oberbaurat im Eisenbahnministerium, Wien, I., Schillerplatz 9.
71 **Haußner, A.**, diplomierter Ingenieur und Professor an der k. k. techn. Hochschule, Brünn.
72 **Helmsky, Wilhelm**, Ingenieur, Wien, VIII., Josefstädterstraße 9.
73 **Herget, Max**, Prag.
74 **Hermann, Hugo, Dr.**, Privatdozent, Chemiker der Skodawerke A.-G., Pilsen.
75 **Hess Ludwig, Dr.**, k. k. Professor, Brünn, Franz Josefstraße 12.
76 **Hönigsberg, Otto**, Oberkommissär der k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft, Wien, X., Südbahnhof.
77 **Hrásky, J. V.**, o. ö. Professor der technischen Hochschule, Prag.
78 **Jenisch, P. v.**, k. k. Bergkommissär, Cilli.
79 **Jeczmieniowski, K.**, Ober-Inspektor der k. k. österr. Staatsbahnen, Wien, VI., Gumpendorferstraße 10.
80 **Jüptner, H. Freiherr v.**, k. k. o. ö. Professor der technischen Hochschule, Wien, IV., Viktorgasse 1.
81 **Kaiser, Ed.**, k. k. Oberbaurat, Wien, I., Franzensring 22.

Digitized by Google

82 **Kapsa, Adalbert,** b. a. Bau-Ingenieur, Pilsen.
83 **Kapsa, Lumir,** stud. techn., k. k. techn. Hochschule, Prag.
84 **Karg, W.,** Ingenieur, Wien, IV., Plößlgasse 9.
85 **Kind, Richard,** Fabrikant, Wien, III., Arenbergring 16.
86 **Kick, F.,** Dr. techn., k. k. Hofrat, Professor an der technischen Hochschule, Wien, IV., Technische Hochschule.
87 **Kienesperger, F.,** k. k. Oberbaurat im Eisenbahnministerium, Wien, I., Elisabethstraße 9.
88 **Kirsch, B.,** k. k. o. ö. Professor der techn. Hochschule, Vorstand des mech.techn. Laboratoriums, Wien, IV.
89 **Klaudy, Jos.,** diplomierter Chemiker, k. k. Professor, Wien, IX., Viriotg. 6.
90 **Kordina, Karl,** Fachvorstand der mech.-techn. Abteilung der k. k. böhm. Staatsgewerbeschule in Prag.
91 **Kotek, Franz,** Baumeister in Pilsen.
92 **Kraft, A.,** Zementfabriks-Besitzer, Kufstein.
93 **Kurrein, Max, Dr.,** Ingenieur, Hundsworth, 44 Holty Road.
94 **K. k. Nordbahn-Direktion,** (Materialbeschaffungs- und Übernahms-Abteilung), Wien, II., Nordbahnstr. 50.
95 **K. k. priv. allg. österr. Bodenkreditanstalt,** Wien, I., Teinfaltstraße 8.
96 **K. k. priv. Österreichische Nordwestbahn.**

Vertreter:
Großmann, J., Oberinspektor.
Brejcha, C., Oberinspektor.

97 **K. k. priv. Südbahn-Gesellschaft,** Schienenwalzwerk, Graz.
98 **K. k. priv. Südbahn-Gesellschaft,** Maschinendirektion, Wien.
99 **K. k. priv. Südbahn-Gesellschaft,** Baudirektion, Wien.

Vertreter:
Hermann, A., k. u. k. Hauptmann.
Kodolitsch, R., k. u. k. Major.
Malenkovič, B., k. u. k. Hauptmann.

100 **K. k. Staatsbahn-Direktion Innsbruck**
101 **K. k. Staatsgewerbeschule,** Wien, I., Schellinggasse 13.

Vertreter:
Pfeffer, Leopold, Dr. techn. Professor.

102 **K. k. Technologisches Gewerbe-Museum,** Wien, IX., Währingerstraße 59.
103 **K. u. k. Reichs-Kriegsministerium, Marinesektion,** Wien, Währingerstraße.

Vertreter:
Zweig, Heinrich, k. k. oberster Schiffbauingenieur.

104 **K. u. k. Reichs-Kriegsministerium, techn. Militärkomitee,** Wien, VI., Getreidemarkt.
105 **Landeskultur-technisches Amt,** Brünn.
106 **Lejeune, Franz,** Konstrukteur der technischen Hochschule, Wien, IV., Karlsplatz.
107 **Lenz, A. v., jun.,** Eisen- und Stahlwerksbesitzer, Traisen, N.-Ö.
108 **Leobner, Heinr.,** k. k. Reg.-Rat im k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten, Wien, IX., Porzellang.
109 **Leon, A.** Dr. techn., Privat-Dozent an der k. k. techn. Hochschule in Wien, IV., Karlsplatz.
110 **Leube, Gebrüder,** Portland- u. Roman-Zementfabrik, Gartenau b. Salzburg.
111 **Lichtenfels, A. v.,** Direktor der, Alpinen Montangesellschaft, Wien, I., Seilerstätte 11.
112 **Lihotzky, Erwin,** Ober-Inspektor, Werkstättenchef der priv. österr.-ungar. St.-E.-G., Wien, IV., Karolinengasse 19.
113 **Lhota, Josef,** k. k. Regierungsrat, Direktor der k. k. böhm. Staatsgewerbeschule in Pilsen.
114 **Ludwik, C.,** k. k. Oberbaurat, leitender Direktor der Prager Maschinenbau A.-G. vormals Ruston & Co., Lieben-Prag.
115 **Luza & Cie., Eduard,** Wien, X/3, Hausergasse 39—41.
116 **Lüthy, J.,** Zementfabrikant, Kufstein (Tirol).
117 **Ludwik, Paul, Dr.,** Hon.-Dozent an der technischen Hochschule, Wien, Technische Hochschule.
118 **Magistrat der k. k. Reichshaupt- und Residenzstadt Wien.**
119 **Marek, Carl,** k. k. Hofrat, Wien, VI., Magdalenenstraße 40.
120 **Mautner, Otto,** Bau-Oberkommissär der k. k. N.-B., Wien, II., Nordbahnstraße 50.
121 **Melan, J.,** dpl. Ingenieur, o. ö. Professor des Brückenbaues an der k. k. deutschen techn. Hochschule, Prag.
122 **Meyer, Oswald. Dr.,** Ingenieur, Klagenfurt, Hasnerstraße 7.

Digitized by Google

123 **Müller, Franz,** stud. techn., k. k. böhm. techn. Hochschule, Prag.

124 **Naehr, Karl,** Ingenieur, k. k. Kommissär der Direktion für den Bau der Wasserstraßen, Wien, III., Seidlgasse 15.

125 **Nebehosteny, Josef,** Architekt Brünn, Stadtbauamt, Kröna 68.

126 **Nebrich, Ph.,** Fabrikant, Prag-Smichov.

127 **Neumann, P.,** o. ö. Professor der k. k. deutschen technischen Hochschule Brünn.

128 **Niederösterr. Gewerbeverein,** Wien, I., Eschenbachgasse 11.

129 **Nouackh, J.,** Berg-Ingenieur, Betriebsdirektor, Obran bei Brünn.

130 **Novák, Karl,** o. ö. Professor der böhm. techn. Hochschule, Prag.

131 **Ohligs, Bernhard,** Ingenieur, Wien, VII., Breitegasse 4.

132 **Opatrný, Alois, Dr.,** Ingenieur für elektrische Unternehmungen, Prag I.

133 **Österr. Berg- und Hüttenwerksgesellschaft,** Teschen.

134 **Österr. Ingenieur- und Architekten-Verein,** Wien, I, Eschenbachg. 9.

135 **Österr. Mannesmannröhren-Werke,** Wien, IX., Währingerstraße 6—8.

136 **Österr. Siemens-Schuckert-Werke,** Wien, XX/2, Engerthstraße 150.

137 **Österr. Portlandzement - Fabriks-Aktiengesellschaft,** Szczakowa, Galizien.

138 **Österr. Verband von Mitgliedern d. Vereines deutscher Ingenieure,** Wien, I., Johannesgasse 4.

139 **Panfilli, Heinrich,** Ingenieur, Triest.

140 **Pascher, Heinrich,** Berg-Ingenieur, Betriebsdirektor der Perlmooser Aktiengesellschaft, Kirchbichl-Perlmoos.

141 **Paul, Martin, Dr.,** Bauinspektor, Wien, I., Rathaus.

142 **Pechar, Hans,** Fabrikant, Kosten bei Teplitz.

143 **Pfeffer, L., Dr.,** Ingenieur, Professor an der k. k. Staatsgewerbeschule, Wien, I., Hegelgasse.

144 **Pfeuffer, F.,** k. k. Ober-Baurat, Ober-Inspektor der priv. Staatseisenbahn-Gesellschaft, Wien, I., Schwarzenbergplatz 3.

145 **Pierus, Robert,** Inspektor des k. k. Eisenbahn-Ministeriums, Wien, IV., Wiedner Hauptstraße 39.

146 **Pierus, Th.,** Ingenieur, Zentral-Direktor der Perlmoser Zementfabriks-A.-G., Wien, IV., Paniglgasse 18—20.

147 **Pittel, A., Baron,** Zementwarenfabriksbesitzer, Weißenbach an der Triesting, N.-Ö.

148 **Podhajsky, Fr.,** Oberinspektor der öst.-ung. St.-E.-G., Wien, I., Schwarzenbergplatz 3.

149 **Podoler Zementfabrik,** Böhmische Aktiengesellschaft zur Gewinnung und Verwertung von Baumaterial, Prag.

150 **Poldihütte, Direktion der,** Wien, I., Landskrongasse 1.

151 **Popp, Freiherr von, Konstantin,** Ingenieur, Sekretär des Oesterr. Ingenieur- und Architektenvereines, Wien, I., Eschenbachgasse 9.

152 **Portlandzement-Fabrik-Kirchdorf, Hoffmann & Co.,** Linz a.d. Donau, Graben 19.

153 **Prager Eisenindustrie-Gesellschaft,** Wien, I., Landskrongasse 1.

154 **Priebsch, Jos.,** Fabriksdirektor der Zementfabrik, Judenburg bei Graz.

155 **Przychocki, Freiherr v., S.,** k. k. Ober-Baurat im Eisenbahn-Ministerium, Wien, I., Elisabethstraße 9.

156 **Rabas, H.,** k. k. Baurat, Brünn, Schwendengasse 3.

157 **Radotiner Portlandzement-Fabrik,** Prag, 102 III.

158 **Rechenberg, O. von, Dr.,** Direktor des Portlandzementwerkes, Tschischkowitz bei Lobositz.

159 **Reckenschuß, R. v., R., Dr.,** techn. dipl. Ingenieur, Professor a. d. techn. Hochsch., Wien, VII., Burggasse 20.

160 **Redlich C. & Brüder Berger,** Wien, IX., Garnisonsgasse 3.

161 **Reichert C.,** Optiker, Wien, VIII., Bennogasse 26.

162 **Reitler, Ernst,** Ingenieur, Generalsekretär des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik, Bau-Oberkommissär der k. k. Nordbahn, Wien, II./2, Nordbahnstraße 50.

163 **Renezeder, Heinrich, Dr.,** Adjunkt a. d. k. k. techn. Hochschule, Wien.

164 **Rieger J.,** Dozent an der böhm. technischen Hochschule, Brünn.

Digitized by Google

165 **Rihosek, J.,** k. k. Baurat im Eisenbahn-Ministerium, Wien, I., Gauermanngasse 4.

166 **Ringhoffer, F.,** Maschinenfabrik, Eisengießerei und Kesselschmiede, Kupfer- und Metallwarenfabrik, Smichow bei Prag.

167 **Rosche, H.,** k. k. Hofrat, Generaldirektor der Aussig-Teplitzer Eisenbahn, Teplitz.

168 **Rossipal, Heinrich,** Kladno (Poldihütte).

169 **Sailler A.,** Direktionsrat, Wien, IV., Favoritenstraße 20.

170 **Saliger,** Dr. Ing, k. k. o.-ö. Prof. der deutsch. techn. Hochschule, Prag, II., Franzens-Kai 8.

171 **Schreitter F. J.,** Ober-Inspektor der österr. Wagenleih - Gesellschaft, Deutsch-Wagram.

172 **Schmidt & Co., Rudolf,** Gußstahlwerk und Feilenfabrik, Wien, X., Favoritenstraße 213.

172 **Schuster Friedrich,** Generaldirektor der Witkowitzer Bergbau- u. Eisengewerkschaft, Witkowitz.

173 **Schützenhofer V.,** k. k. Hofrat, Wien, IV., Hauptstraße 33.

174 **Seilern C., Graf,** Fabriksbesitzer, Milotitz bei Gaya, Mähren.

175 **Seilern Julius, Graf,** Fabriksbesitzer, Holoschau-Prilep.

176 **Sektion Leoben des Berg- und Hüttenmännischen Vereines für Steiermark und Kärnten,** Leoben.

177 **Singer Max,** Bau-Oberkommissär der k. k. St.-B., Wien, XII., Füchselhofgasse 7.

178 **Skodawerke, A.-G.,** Pilsen.

179 **Spängler Ludwig,** Direktor der städt. Straßenbahn, Wien, IV., Favoritenstraße 9.

180 **Spitzer, Julius,** Oberingenieur, Huttenverwalter in Witkowitz.

181 **Stadtbauamt der k. k. Reichshaupt- und Residenzstadt,** Wien.

182 **Stark Fr., Dr.,** k. k. Hofrat, o. ö. Professor an der k. k. deutschen techn. Hochschule, Prag, Hußgasse.

183 **Stanè Al.,** k. k. Sektionschef im Eisenbahn-Ministerium, Wien, I., Elisabethstraße 9.

184 **Stejnar, Franz,** k. u. k. Marine-, Land- u. Wasserbaudirektor, Oberstleutnant, Marinesektion, Wien.

185 **Stiegler K.,** k. k. Oberbaurat b. a. Bauingen., Wien, VII., Lindeng. 21.

186 **Stockert L., Ritter v.,** beh. autor. Maschinenbauingen., Professor d. k. k. techn. Hochschule, Wien, XVIII., Dittesgasse 49.

187 **Stoeckl, Karl,** k. k. Oberbaurat im Eisenbahnministerium, Wien, I., Schillerplatz 9.

188 **Stör Alb.,** k. k. o. ö. Professor der mont. Hochschule, Přibram.

189 **Stradal Adalbert,** k. k. Baurat im Ministerium des Innern, Wien, I., Hoher Markt 5.

190 **Sueß, A.,** Fabriksbesitzer, Witkowitz, Mähren.

191 **Technische Abteilung der k. k. Post- und Telegr.-Zentralleitung.**

Vertreter:

Wellisch Ferd. k.k Bau-Kommissär, Wien.

192 **Technisches Departement der k. k. Statthalterei,** Prag.

193 **Technischer Klub Bozen-Meran.**

194 **Technischer Klub Innsbruck.**

195 **Ternitzer Stahl- und Eisenwerke von Schoeller & Co.,** Wien, I., Bauernmarkt 13.

196 **Trifailer Kohlenwerks-Gesellschaft,** Wien.

197 **Trnka Ferd.,** dipl. Ing., k. k. Baurat, Wien, I., Schillerplatz 9.

198 **Trnovsky, Johann,** k. k. Baurat im k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten, Wien, IX., Porzellang.

199 **Ursíny, Mich.,** k. k. o.-ö. Professor der böhm. techn. Hochschule, Prag.

200 **Velflik Alb.,** k. k. Professor d. böhm. techn. Hochschule, Prag.

201 **Verein der Montan-, Eisen- und Maschinen-Industriellen,** Wien I., Nibelungengasse 13.

202 **Verein der Techniker in Oberösterreich,** Linz.

203 **Verein österr. Zementfabrikanten,** Wien, I., Schellinggasse 14.

204 **Waagner, R. Ph., L. & J. Biró, A. Kurtz,** Brückenbauanstalt, Wien, V., Margaretenstraße 70.

205 **Wagner S.,** k. k. Baurat, beh. aut. Maschinen-Ingenieur, Wien, V., Sonnenhofgasse 6.

206 **Walzel Aug.,** k. k. o. ö. Professor an der techn. Hochschule, Brünn.

207 **Wayss G. A. & Cie.,** Wien, IV/2, Möllwaldgasse 4.

208 **Weiss Gustav,** Fabrikant, Brünn.

Digitized by Google

209 **Wertheim F. & Comp.**, Wien, IV., Luisengasse 6.
210 **Wienerberger Ziegelfabriks - Gesellschaft**, Wien, I., Lothringerstraße 1.
211 **Wist Johann**, k. k. Hofrat und Professor der techn. Hochschule, Graz.
212 **Withalm O.**, Zementfabrik, Markt Tüffer.
213 **Witkowitzer Bergbau- und Eisenhütten-Gesellschaft.**
214 **Wojtechowsky K.**, Ingenieur des Rohrwerks in Witkowitz.
215 **Wunderer, Friedrich**, Konstrukteur der techn. Hochschule, Wien, IV., Gußhausstraße 29
216 **Zelinka K.**, k. k. Ober-Baurat, Wien, III., Kölblgasse 2.
217 **Zentralverein der Bergwerksbesitzer Österreichs**, Wien, I., Nibelungengasse 13.
218 **Zivno Bohumil**, o. ö. Professor d. böhm. techn. Hochschule, Prag.
219 **Zweig, Heinrich**, k. u. k. Oberster Schiffsbauingenieur, Marinesektion, Wien.

Digitized by Google

Belgique — Belgien — Belgium.

1 **Administration-Centrale** des Mines à Bruxelles.
2 **Administration Communale d'Anvers,** Anvers.
3 **Administration des Ponts et Chaussées,** Direction des Affaires Générales, 38 Rue de Louvain à Bruxelles.
4 **Allo,** Directeur-Général de la Marine a Bruxelles.
5 **Association pour la surveillance des Chaudières** à vapeur, 91 Rue du Commerce à Bruxelles.
6 **Berger J. et Philippe,** appareils Brünelle à Charleroy.
7 **Bertaux Victor,** Constructeurs, 103 Rue Bara, Bruxelles.
8 **Bibliothèque de l'Ecole Militaire** de Bruxelles.
9 **Boël Gustave,** Maître des Forges, 6 Avenue du Boulevard, Bruxelles.
10 **Bourgy René,** Ingénieur aux Aciéries de la Société Cockerill à Seraing
11 **Camerman Emile,** Ingénieur, Chef de Service des Essais. Chemins de fer de l'Etat-Belge, 31 Square-Guttenberg, Bruxelles.
12 **Charbonnages de Mariemont et Bascoup,** à Mariemont.
13 **Christophe Paul,** Ingénieur-Principal des Ponts et Chaussées. 56 Avenue des Rogations à Bruxelles.
14 **Ciselet,** Administrateur de Cannon-Brand-Cement-Works. Burght-les-Anvers.
15 **Coulier Sylvain,** Laboratoire d'essais a Berchem-Sainte-Agathe, Bruxelles.
16 **Decamps Pierre,** Ingénieur en Chef, Chemins de fer Etat-Belge, 32 Rue d'Italie, Bruxelles.
17 **Dechamps Henri,** Ingénieur des Mines, Professeur à l'Université de et à Liège, 31 Rue du Jardin Botanique.
18 **Demoulin Jean,** Directeur-Général de la Sté. Ame. de Sambre et Moselle à Montigny-sur-Sambre.
19 **Derihon Ernest,** Industriel à Loncin-les-Liège.
20 **Derihon Martin,** Ingénieur, Industriel à Loncin-les-Liège.
21 **Deroover Gustave,** Directeur des Ciments de Niel-on-Ruppel à Niel-les-Boom.
22 **Doat Henri,** Directeur da le Cie. Générale des Conduites d'Eau à Liège.
23 **Dufossez et Henry,** Fabrique de Ciments à Cronfestu.
24 **Dulait Julien,** Administrateur-Délégué des Ateliers de Constructions Electriques de et à Charleroy.
25 **Dumon et Co.,** Carrières et Ciments à Tournay.
26 **Dupret-Cambier,** Industriel à Charleroy.
27 **Dutoit-Dapsens,** Carrières à Waulx-les-Tournay.
28 **Englebert Oscar,** Ingénieur Industriel Caoutchoucs, 15 Rue Université, Liège.
29 **Fédération des Constructeurs,** 8 Montagne de l'Oratoire à Bruxelles.
30 **Féron,** Ingenieur-Eléctricien, 37 Rue du Monastère, Bruxelles.
31 **Frédérix Paul,** Administrateur, 1 Rue Navette à Liège
32 **Galopin Alexandre,** Ingénieur, sous-directeur de la Fabrique Nationale d'Armes de guerre à Herstal-les-Liège.
33 **Gérard E. A. J.,** Secrétaire-Général du Ministère des Chemins de Fer, Postes et Télégraphes à Bruxelles.
34 **Gillis Antoine,** Directeur de l'Association des Fabricants Belges des Ciments Portland artificiels, 37 Boulevard de la Senne, Bruxelles.
35 **Gody Jean,** Commissaire-General du Gouvernement, Exposition de Bruxelles en 1910, 47 Rue du Viaduc, Bruxelles.
36 **Gomez Alphonse,** Chef de Service des Forges de la Société Cockerill à Seraing.

Digitized by Google

37 **Gorski Henri de,** Ingénieur, Secrétaire de la Direction-Générale de la Société Cockerill à Seraing

38 **Greiner Adolphe,** Directeur-Général de la Société Cockerill à Seraing.

39 **Greiner Emile,** Directeur à Morlanwelz

40 **Happe Valéry,** Administrateur-Délégué des Ateliers du Thiriaux à La Croyère.

41 **Hiard Léon,** Administrateur-Délégué à Haine-St-Pierre.

42 **Hiertz Emile,** Chef de Service des Hauts-Fourneaux de la Société Cockerill à Seraing.

43 **Hofman Emile,** Directeur des Ciments de et à Haccourt.

44 **Houbaer Emile,** Ingénieur aux Aciéries de la Société Cockerill à Seraing.

45 **Hubert Hermann,** Ingénieur en chef des Mines, Professeur à l'Université de et à Liège, 64 Rue Fabry.

46 **Keelhoff François,** Ingénieur principal des Ponts et chaussées. Professeur à l'Université de et à Gand, Rue van Monkhoven.

47 **Lacanne Felix,** Directeur-Gérant des Usines de la Providence à Marchienne-au-Pont.

48 **Lambert Camille,** Ingénieur principal des ponts et chaussées, Château de Woluwe à Bruxelles.

49 **Laveleye Baron Edouard de,** Secretaire-Général du Comptoir des Aciéries Belges, 9 Quai du Commerce à Bruxelles.

50 **Lévie frères,** Ciments à Cronfestu.

51 **Malengreau Oscar,** Industriel, 260 Avenue de Longchamps, Uccle.

52 **Massart Emile,** Sécrétaire Général de la Soc. An. G. Dumont, 15, Rue Soeurs de Hasque, Liège.

53 **Moyaux Léon,** Administrateur-Délégué de la Ste. de Baume et Marpent, Morlanwelz.

54 **Neef Albert,** Ingénieur Civil des Mines, 10, Rue Grandgagnage, Liège.

55 **Nepper Fernand,** Ingénieur, Chef de Service à la Fabrique Nationale d'Armes du Guerre à Herstal. 78 Rue Lairesse à Liège.

56 **North's Portland Cement Works,** 48 Rempart Kipdorp, Anvers.

57 **Saint-Paul-de-Sincay Gaston,** Administrateur-Directeur-Général de la Sté. Ame de la Vicille Montagne à Angleur.

58 **Savage Hugh,** Ingénieur-Bibliothécaire de la Société Cockerill à Seraing.

59 **Section Liégeoise** de l'Association des ingénieurs sortie de l'Ecole de Liège, 16 Quai de l'Université, Liège.

60 **Simont,** Administrateur-Délégué des Forges de et à Clabecq.

61 **Société Anonyme** de Constructions la Brugeoise, 39 Rue de la Charité à Bruxelles.

62 **Société Anonyme** des Ateliers Pâris à Marchienne-au-Pont.

63 **Société Anonyme des Produits** à Flénu.

64 **Société Anoynme** des Usines et Aciéries de Thy-le-Château à Marcinelle.

65 **Société Anonyme** Métallurgique de l'Espérance-Longdoz à Liège.

66 **Société Anonyme des Ateliers Germain** à Monceau-sur-Sambre.

67 **Société Belge des Ingénieurs et des Industriels,** 3 Rue Ravenstein, Bruxelles.

68 **Solvay Ernest,** Industriel, 43 Rue des Champs Elysées, Bruxelles.

69 **Spée,** Directeur des chemins de fer économiques, 33 Rue de l'Industrie à Bruxelles.

70 **Springer Cornélis,** Directeur-Gérant des Ateliers J. J. Gilain à Tirlemont.

71 **Thirionet Léon,** Ingénieur en Chef, Directeur, Chemins de fer de l'Etat Belge, 4 Rue verte à Woluve-St. Pierre.
Rue van Monckhoven.

72 **Tonneau Emile,** Chef de Service des Aciéries de la Société Cockerill à Seraing.

73 **Trasenster Emile,** Ingénieur des Mines, 30 Boulevard Piercot à Liège.

74 **Trasenster Gustave,** Directeur général de la Sté. Ame. Ougrée-Marihaye à Ougrée.

Digitized by Google

75 **Van Bogaert,** Ingénieur en Chef Chemins de fer Etat-Belge, 88 Rue Wilson, Bruxelles.

76 **Van Drunen James,** Ingénieur, Professeur à l'Université de Bruxelles, 9 Rue des Champs Elysées, Bruxelles.

77 **Vasselot Pierre Marquet de,** Ingénieur, Directeur-Général des Usines d'Automobiles Pipe, 61 Rue de la Clinique à Bruxelles.

78 **Vertongen Charles,** Administrateur-Délégué des Usines Vertongen et Co. à Termonde.

79 **Voituron A.**, Architecte, Surveillant des Bâtiments-Civils 91, Rue Louis Hap, à Bruxelles.

80 **Warocqué Raoul,** Industriel et Député à Mariemont.

81 **Watrin Oscar,** Ingénieur entrepreneur, 99 Rue Hôtel de la Monnaie, Bruxelles.

82 **Wigny Charles,** Chef de Service des Trains-Montés de la Société Cockerill à Seraing.

Brésil — Brasilien — Brazil.

1 **Corthell, E. L.,** Civil Engineer, 58 Avenida Central, Rio de Janeiro.

2 **Da Silva Freira, V.,** Professeur à l'Ecole Polytechnique de S. Paulo, Ingénieur Civil P. O. Box 18, S. Paulo.

3 **Schulmann, Heinrich,** Professeur à l'Ecole Polytechnique de S. Paulo.

4 **Sonza de Paula, Dr. Antonio F.,** Directeure de l'Ecole Polytechnique de S. Paulo.

Canada.

1 **De Cew, J. A.,** Consulting Chemical Engineer, Sun Life Building, Montreal, Canada.

2 **Giroux Gustave,** Inspector of Materials Canadian Pacific Railway Company, Montreal, P. Q. Canada, 1101 East Craig Street.

3 **Griffiths, T. S.,** General Manager, Canadian Inspection Company, 204 St. James Street, Montreal, Can.

4 **Hersey, Milton L.,** City and Provincial Analyst, Montreal, Canada, 171 St. James Street.

5 **Perley, George E.,** Cement Expert, Department of Public Works, Ottawa, Canada.

6 **Scott, William F.,** Structural Engineer, Aberdeen Chambers, Toronto, Can.

7 **Stansfield, Alfred,** Professor of Metallurgy Mc Gill University, Montreal, Canada.

8 **Zuercher, Max A.,** Assistant Engineer C. P. R. Bordeaux, P. Q., Canada.

Chili — Chili — Chile.

1 **Hawxhurst, Robert,** General Manager, Poderosa Mining Company, P. O. Box 855 Antofagasta, Chile.

2 **Koning, Ch.,** Professeur à l'Université, Santiago, Casilla 1120.

3 **Mourgues, Dr. Luis E.,** Fundador y Director del Laboratorio Quimico y Oficina de Ensayes é Informaciones Técnicas, Valparaiso, Casilla del Correo 1500.

Digitized by Google

Danemark — Dänemark — Denmark.

1 **Aarhuser Hafenverwaltung,** Aarhus.
Aarhuser technische Schule, Aarhus.
Vertreter:
2 **Paulli,** Hauptmann, Vorstand der Schule.
3 **Ahlmann, N.,** Ingenieur, Kopenhagen V, Vesterbrogade 116.
4 **Akademischer Architektenverein,** Kopenhagen B, Helgolandsgade 5.
5 **Aktiengesellschaft Atlas,** Maschinenfabrik, Eisengießerei und Kesselschmiede, Kopenhagen L, Nörrebrogade 198.
6 **Aktiengesellschaft Aalborg Portland-Zement-Fabrik,** Aalborg.
7 **Aktieselskabet Burmeister & Wain's Maskin og Skibsbyggeri,** Kopenhagen C.
8 **Aktiengesellschaft Frederiksholms Tegl- og Kalkværker,** Kopenhagen K, Ved Stranden 6
9 **Aktiengesellschaft Helsingörs Eisenschiff- und Maschinenbauanstalt,** Helsingör.
10 **Aktiengesellschaft „Nordische Kabel- u. Drahtfabriken",** Kopenhagen F, Fabrikvej.
11 **Aktiengesellschaft „Scandia"** (Wagenfabrik), Randers.
12 **Aktiengesellschaft Smith, Mygind & Hüttemeier,** Kopenhagen N, Nörrebrogade 68.
13 **Aktiengesellschaft Titan,** Koefoed, Hauberg, Marstrand & Helweg, Maschinenfabrik, Eisengießerei und Elektrizitätswerk, Kopenhagen L, Tagensvej.
13 **Arboe, O. H.,** Ingenieur, Kopenhagen K, Vestergade 33.
14 **Arentz,** Direktor der Aktiengesellschaft Kbhvns. Flydedok og Skibsværft, Kopenhagen C.
Association des tuileries danoises.
Delegué:
15 **Schou, V.,** Président de l'Association, Antvorskov pr. Slagelse.
16 **Bahnabteilung der kgl. dänischen Staatsbahnen,** Kopenhagen B, Gl. Kongevej 1.
17 **Berg, D.,** Direktor der Aalborg Portland-Zement-Fabrik, Aalborg.
18 **Boje, Hans Fr.,** Ingenieur, Kopenhagen V, Forchhammersvej 22.
19 **Bonde, H. P.,** Ingenieur, Stengaards Allé 31, Hellerup.
20 **Bureau des Kopenhagener Stadtingenieurs,** Kopenhagen B, Raadhuset.
21 **Burmeister, Hans,** Ingenieur, Kopenhagen Ö, Kristianiagade 8.
22 **Bruyn, de,** Regierungs- und Baurat, Charlottenlund.
23 **Christensen, Fr.,** V. Steins analyt.-chem. Laboratorium, Kopenhagen K, Nörrevoldgade 12.
24 **Christiani & Nielsen,** Ingenieure, Köbenhavn, Aarhus, Hamburg.
25 **Cohen, Vald.,** Ingenieur, Vester-Boulevard 37, Kopenhagen B.
Dänische Staatsprüfungsanstalt, Kopenhagen Ö, Malmögade 7.
Vertreter:
26 **Hannover, H. I.,** Professor der kgl. technischen Hochschule, Direktor der Staatsprüfungsanstalt.
27 **Mayntz Petersen,** Stellvertretender Direktor der Staatsprüfungsanstalt.
28 **Danmarks geologiske Undersögelse,** Kjöbenhavn, Aabenraa 34.
29 **Dansk Ingeniörforening** (Verein dänischer Ingenieure), Kopenhagen K, Amaliegade 38.
30 **Davidsen, M.,** Ingenieur, Hellerup, Bengtasvej.
31 **Den Ankerske Marmor Forretning,** Kopenhagen Ö, Frihavnen.
32 **Den tekniske Forening** (Der technische Verein), Kopenhagen V, Steenstrups Alle 5.
Der Konstrukteurverein.
Vertreter:
33 **Wiehe, J.,** vorm. Betriebschef, Winkelvej 19, Kopenhagen V.

Digitized by Google

34 **Detlefsen & Meyer's anal. kem. Laborator.,** Kopenhagen K, Admiralgade 24.

35 **Die Schule der technischen Gesellschaft in Kopenhagen,** Kopenhagen K, Ahlefeldtsgade 2.

Die Schule der technischen Gesellschaft f. Maschinenkonstrukteure u. Elektrotechniker, Kopenhagen N, Prinsesse Charlottegade 38.

Vertreter:

36 **Jensen, Vald.,** Vorstand.

Elektrotechnischer Verein.

Vertreter:

37 **Prior, H. P.,** Direktor, Charlottenlund.

38 **Emanuel Jensen,** Fabrikant og Entreprenör for Jœrnbetonkonstruktioner, Kopenhagen F, Godthaabsvej 90.

39 **Engelhart, Chr.,** Ingenieur, Hellerup, Callisensvej 40.

40 **Feilberg, P.,** Inspektor, Söborg pr. Esrom.

41 **Fischer-Möller,** Abteilungsingenieur der dänischen Statsprüfungsanstalt, Ny-Holte.

42 **Folke-Rasmussen,** Ingenieur, Monradsvej 15, Kopenhagen F.

43 **Foss. Alex.,** Ingenieur, Präsident des Intern. Verb. für die Materialprüfungen der Technik, Mitinhaber der Firma F. L. Smidth & Co., Kopenhagen K.

44 **Frederiksberg, technische Verwaltung von,** Kopenhagen V, Mynstersvej 5.

45 **Frederiksberg Sporvejs- og Elektricitets-Aktieselkab,** Kopenhagen, V, Hortensiavej.

46 **Frich's Efterfölgere, S.,** Maschinenfabrik, Eisen- und Metallgießerei, Aarhus.

47 **Frydenlund, J N. S.,** Ingenieur, Kopenhagen F, Godthaabsvej 77.

48 **Gottlieb, C.,** Director, Skandsepalœet, Aarhus.

49 **Gregersen, Gunnar,** Direktor des technologischen Instituts, Kopenhagen V, Harsdorffsvej 12.

50 **Große nordische Telegraphen-Aktiengesellschaft,** Kopenhagen K, Kongens Nytorv.

51 **Grüner, Th.,** Generalmajor, Bryghusgade 2, Köbenhavn, K.

52 **Grut, T.,** Hauptmann i. kgl. Geniekorps, Vejlesövej, Holte.

53 **Hagemann, G. A.,** Direktor der kgl. technischen Hochschule, Kopenhagen K, Bredgade 51.

54 **Hannover, H. I.,** Professor der kgl. technischen Hochschule, Direktor der Staatsprüfungsanstalt, Kopenhagen Ö, Malmögade 9.

55 **Hedemann, C. G. H.,** Hauptmann, Vorstand des Bauwesens der kgl. Marine, Charlottenlund, Sövej 15.

56 **Hellesens Enke & V. Ludvigsen,** Kopenhagen Str., Aldersrogade 6.

57 **Höeg, N.,** Stadtingenieur, Aalborg.

58 **Holm, Arvid,** Ingenieur, Kopenhagen V, Schlegels Alle 1.

59 **Holm. Hans C.,** Director, Kopenhagen, K, Vestergade 2.

60 **Hoppe, V.,** Entrepreneur, Kopenhagen V, Rolighedsvej 21.

61 **Industrieforeningen** (Der Industrieverein), Kopenhagen B, Vesterbrogade.

62 **Ingeniörkorpset,** Kjöbenhavn K, Frederiksholmskanal 30.

63 **Irminger,** Betriebschef, Kopenhagen Ö., Östre Gasværk.

64 **Jacob Holm & Sönner,** Kjöbenhavn C.

65 **Jarl, C. F.,** Ingenieur, Direktor, Kopenhagen Ö, Östbanegade 29.

66 **Jörgensen, P.,** Motorenfabrik, Kopenhagen L, Bragesgade 10.

67 **Juul, V. A.,** Director der Bahnabteilung der dänischen Staatsbahnen, Kopenhagen V, Rabeks Alle 32.

68 **Kähler. G.,** Ingenieur, Kopenhagen Ö, Livjägergade 30.

69 **Karsten, A. C.,** Abteilungsingenieur, Kopenhagen Ö, Gl. Kalkbrœnderivej 5.

70 **Kgl. techn. Hochschule,** Kopenhagen K, Sölvtorvet.

71 **Kopenhagener Asphaltkompagnie,** Kopenhagen V, Kongens Enghave.

Kopenhagener elektrische Straßenbahnen A. G., Kopenhagen K, Kristiansgade 1.

Vertreter:

72 **Angelo,** Ingenieur, Director.

73 **Kopenhagener Feuerwehr,** Kopenhagen B, Vester Voldgade 80.

74 **Kopenhagener Hafenverwaltung,** Kopenhagen K, Toldboden.

75 **Kopenhagener Telephon-Aktiengesellschaft,** Kopenhagen K, Jorcks Passage.

Digitized by Google

76 **Krog, Fr. A.,** Direktor der Aktiengesellschaft Frederiksberg Eisengießerei und Maschinenfabrik, Kopenhagen F, Falkonerallé 42

77 **Larsen, Poul,** Ingenieur, i. Firma F. L. Smidth & Co., Kopenhagen K, Vestergade 33 und New York 50, Church Street, City.

78 **Lolland-Falstersche Eisenbahngesellschaft,** Kopenhagen K, Kristiansgade 1.

79 **Lorenz, G.,** Hafeningenieur, Kopenhagen K, Amaliegade 28.

80 **Ludvigsen & Hermann,** Eisengießerei, Kopenhagen N, Nörrebrogade 39.

81 **Lundbye, A.,** Ingenieur, Kopenhagen Ö, Classensgade 13.

82 **Lutz-Petersen,** Entrepreneur, Kopenhagen, V, Roligheds vej 21.

Marineministerium, kgl. dän.
Vertreter:

83 **Tuxen, J. C.,** Direktor des Schiffbaues und Maschinenwesens am kgl. Marinewerft, Kopenhagen C.

84 **Marstrand,** Bürgermeister, Ved Glyptotheket, Kopenhagen B.

Maschinenabteilung der kgl. Dänischen Staatsbahnen, Kopenhagen B, Gl. Kongevej 1.
Vertreter:

85 **Busse, O.,** Direktor der Abtheilung (Betriebsmittel u. Zugförderung).

86 **Säbye, Chr.,** Bureauchef der Maschinenabteilung der kgl. dän. Staatsbahnen, Kopenhagen B.

87 **Jacobsen, A.,** Ingenieur, Chemiker der kgl. dän. Staatsbahnen, Kopenhagen B.

88 **Meyer, Fr. V.,** Zivilingenieur, Kopenhagen Ö, J. E. Ohlsensgade 19.

89 **Mogensen, Emil,** Ingenieur, Kopenhagen S, Tingvej 69.

90 **Monberg, N. C.,** Ingenieur und Entrepreneur, Kopenhagen Ö, Kristianiagade 19.

91 **Möller, H. C. V.,** Hafenbaudirector, Kopenhagen Ö, Österbrogade 62.

92 **Möller, J. P. A.,** Direktor der Portlandzementfabrik „Dania", Hobro.

93 **Möller, J. S.,** Direktor d. Aktiengesellschaft d. vereinigten Wattenfabriken, Kopenhagen V, Bülowsvej 12.

94 **Munch-Petersen,** Ingenieur, Kopenhagen V, Henrik Steffensvej 5.

95 **Munck, P. G.,** Kaufmann, Kopenhagen K, Vestergade 16.

96 **Münter, B.,** Commandeur, Kopenhagen, Bredgade 34.

97 **Nielsen, N.,** Ingenieur, Hellerup, Frederikkevej 14.

98 **Nobel, O. K.,** Abteilungsingenieur, Kopenhagen, K, Gyldenlövesgade 4.

99 **Nyeboe & Nissen,** Ingenieure, Kopenhagen K, Raadhuspladsen 37.

100 **Olsen, Constantin,** Steinmetzmeister, Kopenhagen N, Gartnergade 14.

101 **Olsen, L. F.,** Steinmetzmeister, Granitwerke, Kopenhagen N, Gartnergade 14.

102 **Ostasiatische Kompagnie A. G.,** Kopenhagen K, Holbergsgade 2.

103 **Ostenfeld, A.,** Professor der kgl. technischen Hochschule, Kopenhagen F, Kronprindsensvej 24.

104 **Ost-Seeländische Eisenbahngesellschaft,** Haarlev

105 **Öllgaard, F.,** Direktor des Kopenhagener Wasserwerkes. Kopenhagen B.

106 **Paulli, H.,** Ingenieur, Kopenhagen Ö, Skjoldsgade 11.

107 **Pedersen, Carsten,** Ingenieur, Kopenhagen K, Vestergade 33.

108 **Pedersen, P. O.,** Ingenieur, Kopenhagen V, Amalievej 1.

109 **Petersen, A. G. V.,** Hauptmann des kgl. dän. Geniekorps, Sekretär des Ingenieurvereines, Kopenhagen Ö, Trianglen 2.

110 **Petersen Axel, Erhard,** Architekt, Hellerup, Duntzfeldts Alle 16.

111 **Petersen, Oscar,** Eisenbahnbetriebschef, Lemvig.

112 **Petersen, Philip,** Ingenieur, Kopenhagen V, Schlegels Alle 6.

Portlandzement-Fabrik „Danmark" A. G., Aalborg.
Vertreter:

113 **Boeck Hansen, A.,** Betriebschef, Aalborg.

114 **Portlandzement-Fabrik „Norden" A. G.,** Aalborg.

115 **Poulsen, A.,** Abteilungsingenieur, d. kgl. dän. Wasserbau- u. Dünenwesens, Lemvig.

Prüfungsanstalt der kgl. dänischen Artillerie.
Vertreter:

116 **Ovesen, O. K.,** Premierlieutnant, Vorstand der Anstalt, Kopenhagen C, Refshalevej.

Digitized by Google

117 **Ramsing, Chr.,** Ingenieur, Professor, Kopenhagen K, Tordenkjoldsgade 11.
118 **Rasmussen, Vilhelm,** Ingenieur, Kopenhagen V, Vodrofsplads 16.
119 **Riisager, E.** Zivilingenieur, Kopenhagen F, Frederiksberg Bredegade 5.
120 **Sardemann,** Ingenieur, Aarhus
121 **Schäffer,** Ingenieur der Firma F. L. Smidth & Co., Kopenhagen K, Vestergade 33.
122 **Schiöller, K.,** Ingenieur, Kopenhagen V, Vodroffsvej 46.
123 **Schjerbeck, E. O.,** Abteilungsingenieur der dänischen Staatsprüfungsanstalt, Kopenhagen Ö, Blegdamsvej 114.
124 **Seemann, F., V.,** Oberbahningenieur der kgl. dän. Staatsbahnen, Kopenhagen V, Kochsvej 13.
125 **Seifert Carl,** Schlossermeister, Kopenhagen K, Badstuestræde 18.
126 **Simonsen, S. H.,** Banquier, Vorstandsmitglied der Gesellschaft für Naturkunde, Kopenhagen K, Købmagergade 14.
127 **Simonsen,** Cand. polyt., Kopenhagen K, Købmagergade 14.
128 **Smidth, F. L. & Co.,** Ingenieure, Kopenhagen K, Vestergade 33.

Skovshoved Elektrizitätswerk.

Vertreter:

129 **Faber, S. A.,** Director, Hellerup, Strandvej 163 B.

130 **Steenstrup, H.,** Ingenieur, Kristhus, Aalborg.
131 **Stenbjörn, Holger, E.,** Ingenieur, Kopenhagen, V., Rahbeks Allé 32.
132 **Suenson, E.,** Professor d. Baumaterialienkunde an der kgl. technischen Hochschule, Kopenhagen F, C. F. Richsvej 44.
133 **Südfünensche Eisenbahngesellschaft,** Odense.
134 **Staatsbahnneuanlagen, kgl. dän.,** Kopenhagen B, Gl. Kongevej 1 E.
135 **Steenberg. N.,** Professor der kgl. techn. Hochschule, Präsident des dän. Ingenieurvereins, Kopenhagen C, Strandgade 22.
136 **Struers Laboratorium, H.,** Kopenhagen K, Skindergade 38.
137 **Technische Staatskontrolle mit den Privatbahnanlagen,** Kopenhagen V, Stenosgade.
138 **Telegraphen-Direktorat, kgl. dän.,** Kopenhagen B, Vesterbrogade 40.
139 **The Reck Heating Company, Ltd.,** Copenhagen L, Esromgade.
140 **Tvede, G.,** Architekt, Kopenhagen K, Nybrogade 18.
141 **Ulrich, H.,** Oberstlieutenant i Ingenörkorpset, Kopenhagen, O, Rosenvængets Hoved Allé 27.

Vacuum Oil Company, Kopenhagen Skoubogade 1.

Vertreter:

142 **Michaelsen, Ernst,** Generaldirektor.
143 **Svanholm, Th. A.,** Director.
144 **Valentiner, G. C.,** Ingenieur, Kopenhagen V, Schlegels Allé 3.
145 **Vang, Niels,** Ingenieur, Kopenhagen K, Havnegade 3.

Verein der Fabrikanten der Eisenindustrie in Kopenhagen, Kopenhagen K, Nörrevoldgade 30.

Vertreter:

146 **Hauberg, S. C.,** Direktor der Aktiengesellschaft Titan, Koefoed, Hauberg, Marstrand & Helweg.

Verein der Fabrikanten der Eisenindustrie in den dänischen Provinzen.

Vertreter:

147 **Jens Lange,** Fabrikbesitzer, Svendborg.

Verein der Stadt- und Hafeningenieure.

Vertreter:

148 **Höeg, N.,** Stadtingenieur, Aalborg.
149 **Wasserbau-Direktorat, kgl. dän.,** Kopenhagen V, Vesterbrogade 67.
150 **Wedege, Sören,** Buchdruckereibes., Vorsteher der Banknotendruckerei der Nationalbank, Kopenhagen K, Walkendorfsgade 7.
151 **Wendelbo-Madsen,** Architekt, Kopenhagen K, Nytorv 3.
152 **Wienberg, F.,** Maschinenfabrik, Kopenhagen F, Finsensvej 29.
153 **Windfeld-Hansen, J.,** Director des Beleuchtungswesens, Kopenhagen, O, Stockholmsgade 43.
154 **Winslöw,** Ingenieur, Direktor der Frederiksberg Sporvejs og Elektricitets-Aktieselskab, Kopenhagen F, Dr. Olgasvej 12.
155 **Wolfhagen,** Ingenieur der kgl. dän. Staatsbahnen, Kopenhagen V, Bülowsvej 44.

Digitized by Google

Espagne — Spanien — Spain.

1 **Academia de Ingenieros, del Ejercito.**
2 **Angel Patiño** (L.), Capitaine du Génie, au Laboratoire du Génie Militaire-Ronda Conde-Duque 2, Madrid.
3 **Ballesteros Gimeno** (F.), Lieutenant Colonel du Génie, Chef des études de l'Ecole du Génie Militaire, Guadalajara.
4 **Bertran, M.**, Architecte, Professeur à l'Ecole d'Architecture de Barcelonne, Canuda 4, Barcelonne.
5 **Camina, Luis**) Ingénieur aux travaux du port de Bilbao, Calle de Bailen 9, Bilbao.
6 **Carderera y Ponzán** (M.), Ingeniero, Profesor de la Escuela de Caminos, Arquitecto, Madrid. Moreto 1 pral.
7 **Correal Ubeda** (J.), Pharmacien Militaire, Royal Conseil de Santé, Madrid, Claudio Coello 60.
8 **De la Llave**, (T.), Colonel du génie; Madrid, Sn. Juan, 58.
9 **Ecole du Génie Militaire**, Guadalajara.
10 **Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos**, Calle de Alfonso XII, Madrid (Etabl. du gouvernement espagnol).
11 **Gallego** (E.), Capitaine du Génie, Directeur de „La Construccion Moderna", Madrid, Plaza Isabel 2ª — 5.
12 **Gallego Llausas**, Architecte, Madrid, S. Bernardo 2
13 **Galvez-Canero** (A.), Ingénieur des Mines; Madrid, Alfonso XII—46.
14 **Galvez-Cañero** (J.), Ingénieur des Ponts et Chaussées; Madrid, Claudio Coello 50.
15 **Laboratoire du Génie Militaire pour les Essais des Matériaux**, Madrid, Ronda del Conde-Duque 2.
16 **Marvá y Mayer**, (J.), general du génie, Chef de Section au Ministère de la Guerre, de l'Académie Royale des Sciences exactes, physiques et naturelles, Madrid, 2 Ronda Conde Duque.
17 **Mendez de Vigo**, (J.) Ingénieur des Ponts et Chaussées; Madrid, Turco 13.
18 **Mier y Miura**, (**Ed.**), lieuten.-colonel du Genie Ingénieur-Géographe de la Royale Académie des Sciences exactes, physiques et naturelles de Madrid, Calle de las Infantas 32.
19 **Montoto**, (R.), Capitaine du génie du Laboratoire du génie; Madrid, Laboratoire du génie 2, Ronda Conde Duque.
20 **Moreno y Gil de Borja**, (**Rafael**), lieut.-colonel, sous-directeur du laboratoire d'essai des matériaux, Madrid, Plaza Sto. Domingo 14.
21 **Musée et Bibliothèque du Génie Militaire**, Madrid, Martires de Alcalá.
22 **Oliver** (**Bienvenido**), Ingénieur des Ponts et Chaussées; Madrid, Alarcon 1.
23 **Parc d'aerostation du Génie Militaire**, Guadalajara.
24 **Rio, Joan**, (F.), Capitaine du Génie, Laboratoire du génie, Madrid, 8 calle Leganitos.
25 **Rodriguez, Mourelo**, (J.), Colonel du Génie; Madrid, S. Augustin 3, dº.
26 **Tejera**, (**L de la**), lieutenant colonel du Génie, Ministere de la guerre; Madrid.
27 **Uriarte Zubimendi y Compañia**, Fabricants de ciments á Zumaya, Guipuzcoa.

Digitized by Google

Etats Unis de l'Amérique. — Vereinigte Staaten von Nordamerika. — United States of America.

1 **Abraham, Herbert,** Chemist, Standard Paint Company, Bound Brook, N. J.

2 **Abrams, D. A.,** Laboratory of Applied Mechanics University of Illinois, Urbana Ill.

3 **Ajax Metal Company,** G. H. Clamer, Second Vice-President and Secretary, 46 Richmond Street, Philadelphia, Pa.

4 **American Brass Co., The,** W. H. Bassett, Chemist, Waterbury, Conn.

5 **American Bureau of Inspection and Tests,** E. B. Wilson, Secratary and Treasurer, 930 Monadnok Block, Chicago, Ill.

6 **American Foundrymen'sAssociation,** Richard Moldenke, Secretary, Watchung, N. J.

7 **Anaconda Copper Mining Company,** E. P. Mathewson, Manager, Reduction Works. Anaconda, Mont.

8 **Anderson, Harold Bentley,** Mechanical Engineer, The Winton Motor Carriage Company, Cleveland, O.

9 **Atkinson, John B.,** President St. Bernard Mining Company, Earlington, Ky.

10 **Barber Asphalt Paving Company,** J. L. Rake, General Agent, Land Title Building, Philadelphia, Pa.

11 **Barnsley, George T.,** Chief Road Engineer, County of Allegheny, Pittsburg, Pa.

12 **Basquin, Ollin H.,** Associate Professor of Physics, Northwestern University, Evanston Ill.

13 **A. Bement,** Consulting Engineer, 2114 Fisher Building, Chicago Ill.

14 **Berger, Bernt,** Civil Engineer, Assistant Engineer to Theodore Cooper, New York, N. Y., 45 Broadway.

15 **Bergquist, J.G.,** Superintendent, Cement Plant Illinois Steel Company, Chicago Ill.

16 **Bixby, W. H.,** Colonel, Corps of Engineers, United States Army, 428, Customhouse, St. Louis, Mo.

17 **Blanchard, Arthur,** Assistant Engineer State Board H. Public Roads, Providence, R. I.

18 **Boller and Hodge,** Consulting Engineers New York, N. Y., 1 Nassau Street.

19 **Borgner, Cyrus,** Fire Brick and Cement Mannfacturer, Philadelphia, Pa. Twenty-third Street above Race Street.

20 **Bostwick, W. A.,** Metallurgical Engineer, Carnegie Steel Company, Pittsburg, Pa.

21 **Bowers, F. C.,** Commander, United States Navy, Bureau of Steam Engineering, Washington, D. C.

22 **Bowman Austin, Lord** Consulting Engineer, 165 Broadway New York, N. Y.

23 **Boyleston, H. M.,** Instructor in Mining and Metallurgy, Harvard University, Rotch Building, Cambridge, Mass.

24 **Bright, H. De H.,** Manager, Spring Department Standard Steel Works, Philadelphia, Pa., 811 Harrison Building.

25 **Brown, John G.,** 809 North Forty-first Street, Philadelphia Pa.

26 **Bull, R. A.,** General Superintendent, Commonwealth Steel Company, Granite City, 111.

27 **Brunner, John,** Assistant General Superintendent, Illinois Steel Company, North Works, Chicago, Ill.

28 **Bunnell, F. O.,** Engineer of Tests, Chicago, Rock Island and Pacific Railway, Chicago Ill.

29 **Burr, William H.,** Professor of Civil Engineering, Columbia University, New York, N. Y.

30 **Bush, Harold M.,** Mechanical Engineer, 55 North Ninth Street, Columbus, Ohio.

Digitized by Google

31 **Buzzi, P. D.**, Jefe del Laboratorio de Obras Publicas, Arsenal, Havana, Cuba.

32 **Cambria Steel Company**, George E. Thackray, Structural Engineer, Johnstown, Pa.

33 **Campbell, H. H.**, Metallurgical Engineer The Pennsylvania Steel Company, Girard Building, Philadelphia, Pa.

34 **Campbell, William**, Adjunct Professor of Metallography School of Mines, Columbia University, New York, N. Y.

35 **Carney, F. D.**, Assistant Superintendent The Pennsylvania Steel Company, Steelton, Pa.

36 **Carpenter Steel Company, The**, George W. Sargent, Metallurgist Reading, Pa.

37 **Central Iron and Steel Company**, James B. Bailey, Treasurer and General Manager, Harrisburg, Pa.

38 **Churchill, Charles S**, Chief Engineer, Norfolk and Western Railway, Roanoke, Va.

39 **Civil Engineer's Club of Cleveland, The**, Jos. C. Beardsley, Secretary, Cheveland, O. 718, Caxton Building.

40 **Clark, Dyer O.**, Vice-President and General Manager The Union Pacifice Coal Comp., Omaha, Neb.

41 **Clark, F. H.**, General Superintendent of Motive Power, Chicago, Burlington and Quincy Railroad, Chicago Ill. 209 Adams Street.

42 **Colby, Albert Ladd**, Consulting Engineer and Iron and Steel Metallurgist, 447 Lehigh Street, South Betlehem, Pa.

43 **Colorado Fuel and Iron Company**, J. B. Mc Kennan, Manager, Minnequa Plant, Pueblo, Colo.

44 **Cornell University Library**, George W. Harris, Librarian, Ithaca, N. Y.

45 **Crane Company**, Manufacturers of Valves and Fittings, John Berryman, Assistant Secretary, Chicago Ill.

46 **Crosby, W. W.**, Chief Engineer, Maryland Geological and Economic Survey, Maryland Roads Commission, John Hopkins University, Baltimore, Md.

47 **Crowell, Benedict**, Mining Engineer, Cleveland, O., 731 Williamson Building.

48 **Cummings, Robert A.**, Consulting and Conctracting Engineer, 316 South Avenue, Pittsburg, Pa.

49 **Cushing, W. C.**, Chief Engineer, Maintenance of Way, Pennsylvania Lines, South West System Union Station, Pittsburg, Pa.

50 **Davison, George M.**, Engineer of Tests, Chicago and Northwestern Railroad, Chicago Ill.

51 **Davis, Chandler**, Department of Docks and Ferries, New York, N. Y., 11 Broadway.

52 **Davis, William R.**, Chief Bridge Designer, State Engineer's Office, Albany, N. Y.

53 **Deans, John Sterling**, Chief Engineer, Phoenix Bridge Company, Phoenixville, Pa.

54 **De Armond, W. C.**, President, Protectus Company, Philadelphia, Pa., 1103 North American Building.

55 **De Knight Edward W.**, President and Manager, Hydrex Felt and Engineering Company, 120 Liberty Street, New York, N. Y.

56 **Diller, H. E**, Chemist, Hawthorne Engineering Laboratories, Western Electric Company, Hawthorne Ill.

57 **Doble William A.**, President, Abner Doble Company, San Francisco, Cal, Seventh and South Streets.

58 **Donohoe, John P.**, Vice-President and General-Manager, Donohoe, Coke Company, Greensburg, Pa.

59 **Dow, Allan W.**, 24 East Twenty Street, New York, N. Y.

60 **Dudley, Charles B.**, Chemist, Pennsylvania Railroad, Altoona, Pa.

61 **Dyer, E. H.**, Secretary and Treasurer Mound City Paint and Color Company, St. Louis, Mo.

62 **Eckersley, J. O.**, Assistant Engineer, Departement of Bridges, New York City, Wakefield, New York, N. Y.

63 **Ehrenfeld, Charles H.**, Chemist, York Manufacturing Company, York, Pa.

64 **Eidlitz, Otto M.**, Civil-Engineer, New-York, N. Y., 489 Fifth Avenue.

65 **Eilers, A.**, Metallurgist, 155 Broadway, New-York, N. J. Eilers.

66 **Elliott, George K.**, Chief Chemist and Engineer of Tests, The Lunkenheimer Company, Cincinnati, Ohio.

Digitized by Google

67 **Ely, Theodore M.,** Chief of Motive Power, Pennsylania Railroad, Broad Street Station, Philadephia. Pa.

68 **Emery, A. H.,** Civil and Mechanical Engineer, Stamford, Conn.

69 **Erlandsen, Oskar,** Chief Engineer, O'Rourke Engineering Construction Company, New York, N. Y., I. West Thirtyfourth Street.

70 **Estill, Howard S.,** President Big Sandy Fuel Company, Prestonsburg, Ky.

71 **Fackenthal, Jr. B. F.,** President, Thomas Iron Company, Easton, Pa.

72 **Fitterer, J. C.,** Professor of Civil and Irrigation Engineering, University of Wyoming, Laramie, Wyo.

73 **Fleming, Henry S.,** Consulting Engineer, New York, N. Y., I. Broadway.

74 **Force, H. J.,** Chemist and Engineer of Tests, Delaware, Lackawanna and Western Railroad Company, Scranton, Pa.

75 **Freeman, John R.,** Consulting Engineer, Providence, R. I., 814 Banigan Building.

76 **Fry, Lawford H.,** Engineer of Tests, Baldwin, Locomotive Works, 56 Boulevard Hausmann, Paris.

77 **Fuller, Almon H**, Professor of Civil Engineering, Washington University, University Station, Seattle, Wash.

78 **Gaehr, David,** Conctracting Engineer, 1135 Schofield, Building, Cleveland, O.

79 **Gerlach, O.,** General Superintendent Iola Portland Cement Company, Iola, Kan.

80 **Gerstell, A. F.,** Vice-President and General Manager, Alpha Portland Cement Company, Alpha, N. J.

81 **Gibboney, James H.,** Chief Chemist, Nordfolk and Western Railway Company, 342 Campbell Avenue, S. W. Roanoke, Va.

82 **Gibbs, George,** Chief Engineer of Electric Traction, Pennsylvania Tunnel and Terminal Railroad Company, 10 Bridge Street. New York, N. Y.

83 **Gill, Augustus H.,** Assistant Professor of Technical Analyses, Massachussets Institute of Technology, Boston, Mass.

84 **Glasgow Iron Company,** C. B. Shoemaker, President. 603-608 Harrison Building, Philadelphia, Pa.

85 **Godwin, W. S.,** The Texas Company 17 Battery Place, New York, N. Y.

86 **Goodrich, E. P.,** Consulting Engineer, One Wall Street, New York, N. Y.

87 **Gowie, William,** Crafton, Pittsburg, Pa.

88 **Grace. S. P.,** Chief Engineer, Central District and Printing Telegraph Company, Pittsburg, Pa.

89 **Gray, John Lathrop** Assistant Superintendent, Tidewater Oil Company, Bayonne, N. J., East Twenty-second Street.

90 **Gray, Thomas Tarvin,** Chemist, Tide Water Oil Company, East Twenty-second Street. Bayonne N. J.

91 **Greenman, Russell S.,** Assistant Engineer, State Engineer's Department, Albany, N. Y.

92 **Gregg, Norris B.,** President, Mound City Paint and Color Company, St. Louis, Mo.

93 **Gregory, W. B.,** Associate Professor of Experimental Engineering, Tulane University of Louisiana, New-Orleans, La.

94 **Gudeman, Edward,** Consulting Expert, 903 Postal Telegraph Building, Chicago, Ill.

95 **Hadfield, R. A.,** Steel Manufacturer, Sheffield, England, Hecla Works.

96 **Hallett, Nelson A.,** Cement Inspector, Boston, Mass., I Ashburton Place.

97 **Hancock, E. L.,** Assistant Professor of Applied Mechanics, Purdue University, Lafayette, Ind.

98 **Hand, Elwood Stokes,** Installation Engineer, Mississipi Wire Glass Comp., 115 Broadway, New York, N. Y.

99 **Hargrove, Julian O.,** Inspector of Asphalt and Cements, Washington, D. C., 1603 O Street.

100 **Hartford Steam Boiler** Inspection and Insurance Company, Francis B. Allen, Vice-Presid., Hartford, Conn.

101 **Harvard College Library,** Alfred C. Potter, Assistant Librarian, Cambridge, Mass.

102 **Hatt, William K.,** Professor of Applied Mechanics Purdue University, Civil-Engineer, Forest Service, U. S. Dept. of Agriculture, Lafayette, Ind.

Digitized by Google

103 **Hayward, H. W.,** Instructor, Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Boston, Mass.

104 **Helwig, Alfred,** Engineer, Edison Electric Illuminating Company, Brooklyn, N. Y., 360 Pearl Street.

105 **Hemstreet, GeorgeP.,** Superintendent, Hastings Pavement Company, Hastings-upon-Hudson, N. Y.

106 **Henning, G. C.,** Consulting Engineering, New York, N. Y., 150 Nassau Street.

107 **Hering, Rudolph,** Hydraulic and Sanitary Engineer, New York, N. Y., 170 Broadway.

108 **Hoff, Olof,** Vice-President, Butler Brothers Construction Company, New York, N. Y., 149 Broadway.

109 **Hokanson, Martin,** Assistant Professor of Materials of Construction, Carnegie Technical Schools, Pittsburg, Pa.

110 **Hooker, A. H.,** Care of Development and Funding Company, Niagara Falls, N. Y.

111 **Hovey, O. E.,** Assistant Chief Engineer American Bridge Company of New York, Hudson Terminal. 30 Church Street, New York, N. Y.

112 **Howe, Henry M.,** Professor of Metallurgie, Mc Lean Road, Bedford Station, New York, N. Y.

113 **Hubbell, C. A.,** President R. Almond Manufacturing Company, Ashburnham, Mass.

114 **Hudson, H. N.,** General Manager, Hoyt Metal Company, St. Louis, Mo.

115 **Hughes, Hector J.,** Assistant Professor of Hydraulics and Sanitary Engineering, Harvard University, Cambridge, Mass., 114 Pierce Hall.

116 **Humphrey, Richard L.,** Consulting Engineer and Chemist, Philadelpia, Pa., 1001 Harrison Building.

117 **Hunt, Loren E.,** Civil Engineer, United States forest Service, Berkeley, Cal.

118 **Hunt Company, Robert W.** Inspecting and Testing Engineers, Chicago III. 1121 The Rookery.

119 **Illinois Central Railroad Company,** F. T. Harahan, Second Vice-President, Chicago III.

120 **International Paper Company,** Charles F. Rhodes, Superintendent, Bureau of Tests, Glens Falls, N. Y.

121 **Jewett, J. Y.,** Cement Expert. United States Reclamation Service, 207 Ellsworth Building. Chicago III.

122 **Johnson, Albert L.,** Chief Engineer, Expandel Metal Fire-proofing Company, St. Louis, Mo., 606 Century Building.

123 **Johnson, Edmund,** Cement Chemist, Yankton, S. Dak.

124 **Jones, C. R.,** Professor of Mechanical Engineering, West Virginia University, Morgantown, W. Va.

125 **Jones and Laughlin Steel Company. Steel Manufacturers**; Willis L. King, Vice-President, Pittsburg, Pa.

126 **Kaufman, Gustave,** Chief Engineer The Wilson and Baillie Manufacturing Company, Brooklyn, N. Y., 26 Court Street.

127 **Kay, Edgar B.,** Professor of Engineering University of Alabama, University Post Office. Ala.

128 **Kennedy Jeremiah J.,** Consulting Engineer, New York, N. Y., 52 Broadway.

129 **Kewish, W. H.,** Chief Chemist, Dixil Portland Cement Company, South Pittsburg, Tenn.

130 **Kimmel, H. R.,** Industrial Testing Laboratory, Superior Building, Cleveland, Ohio.

131 **Kinkead, J. A.,** Manager of Sales The Parkesburg, Iron Company, 2601 Singer Building, New York, N. Y.

132 **Kirchhoff, C.,** Editor, The Iron Age, New York, N. Y., 14 Park Place.

133 **Kirchner, Paul A.,** Structural Engineer, The Millbrook Company, 37 Wall Street, New York, N. Y.

134 **Kittredge, H. G.,** Secretary. The Kay and Ess Company, Dayton, O.

135 **Knighton, J. A.,** Engineer in Charge of Construction, Blackwell's Island Bridge, 56 Sutton Place, New York, N. Y.

136 **Kolsem, J. C.,** General Manager Indiana, Coal Op Association, Terre Haute, Ind.

137 **Kreuzpointner, Paul,** Pennsylvania Railroad, Altoona, Pa.

Digitized by Google

138 **Lackawanna Steel Company,** Franklin E. Abbott, Inspecting Engineer, Buffalo, N. Y.

139 **Lane, Henry M., 1137** Scofield Building, Cleveland, O.

140 **Lanza, Gaetano,** Professor Theoretical and Applied Mechanics, in charge Mechanical Engineering Department, Massachusetts Institute of Technology, Boston, Mass.

141 **Larned, E. S.,** Manager, United Building Materials Company, Boston, Mass., **101** Milk Street.

142 **Lemen, W. W.,** Engineer of Tests, Roanoke, Va., Norfolk and Western Railway.

143 **Lesley, R. W.,** President, American Cement Company, Philadelphia, Pa., Pennsylvania Building.

144 **Lewis, E. Sidney,** Standard Steel Works, **1103** Harrison Building, Philadelphia, Pa.

145 **Lidgerwood, John H.,** Jr. Engineer, Lidgerwood Manufacturing Company, New York, N. Y., 96 Liberty Street.

146 **Lima Locomotive and Machine Company.** W. A. Agerter, Secretary and Treasurer, Lima, O.

147 **Little, A. D.,** Chemical Expert and Engineer, Boston, Mass., 93 Broad Street.

148 **Lohmann, H. W.,** Manager, James Stewart and Company, Engineers and Contractors, St. Louis, Mo., 302 Lincoln Trust Building.

149 **Long, R. A.,** President and General Manager, The Long-Bell Lumber Company, Kansas City, Mo., Keith and Perry Building.

150 **Lowther, Burton,** Civ. Engineer, 2608 Brooklyn Avenue, Kansas City, Mo.

151 **Lndlow Valve Manufacturing Company,** James H. Caldwell, Vice-President, Troy, N. Y.

152 **Luehrs, Daniel M.,** Chief Engineer McCreery Engineering Company, 410 Y. M. C. A. Toledo, Ohio.

153 **Lukens Iron and Steel Company,** Charles L. Huston, Vice-President, Coatesville, Pa

154 **Lundteigen, Andreas,** Chemist, Union City, Mich.

155 **Mack, J. Lathrop,** Chemist Berkshire White Portland Cement Company Box 108, Clayton Mass.

156 **Maclay, William W.,** Consulting Engineer, 169 West Canfield Street Detroit, Mich.

157 **Marburg, Edgar,** Professor of Civil Engineering, University of Pennsylvania, Philadelphia, Pa.

158 **Marquette Cement Manufacturing Company,** T. G. Dickinson, General Manager, La Salle, Ill.

159 **Mathews, John A.,** Operating Manager and General Superintendent, Halcomb Steel Company Syracuse, N. Y.

160 **Maurer, E. R.,** Professor of Mechanics, University of Wisconsin, Madison, Wis.

161 **McCleary, E. T.,** Chief Chemist, Youngstown Sheet and Tube Company, Youngstown O.

162 **Me Court,** Head of Department of Geology Washington University, St. Louis, Mo.

163 **McCready, Ernest B.,** General Manager Lehigh Valley Testing Laboratory, Allentown, Pa., Fourth and Linden Streets.

164 **McFarland, G. S.,** Chemist, Gordon, Wyman and Company, Worcester Mass.

165 **Mc. Kenna, Charles F.,** Chemist, New York N. Y., 1533 Hudson Terminal Building, 50 Curch Street.

166 **McLeod, John,** Philadelphia, Pa., 1108 Pennsylvania Building.

167 **McNaugher, D. W.,** Civil Engineer, Pittsburg, Pa., Monongahela Bank Building.

168 **Mead, Charles Adriance,** Engineer of Bridges Board of Railroad Commissioners of the Sate of New Jersey, 165 Wildwood Avenue, Upper Montclair, N. J.

169 **Merriman, Mansfield,** Consulting Engineer, The Engineers' Club 32 W. 40th St. New York.

170 **Metallurgical Laboratory, The** 611 Bailey Farrell Building, Pittsburg, Pa.

171 **Milwaukee Electric Railway and Light Company,** John I. Beggs, President, Milwaukee, Wis.

Digitized by Google

172 **Moechel,** Engineering Company, 1110 Wyandotte Street, Kansas City, Mo.

173 **Moisseff, Leon S.,** Assistant Engineer to Commissioner of Bridges, 13 Park Row, New York.

174 **Moldenke, Richard,** Metallurgist, Consulting Engineer, Watchung, N. J.

175 **Morrison, Hagh S.,** Mechanical Engineer, Mutual Assurance Society Building, Richmond, Va.

176 **Mueser, William,** Civil Engineer, Member Concrete Steel Engineering Company, New York, N. Y., 13—21 Park Row Building.

177 **Muhlfeld, John E.,** General Superintendent of Motive Power, Baltimore and Ohio Railroad Comp., Baltimore, Md.

178 **Neff, F. H.,** Professor of Civil Engineering Case School of Applied Science, Cleveland, O.

179 **Nelson, E. D.,** Engineer of Tests Pennsylvania Railroad Company, Altoona, Pa.

180 **New England Gas and Coke Company, The** George H. Finn, General Manager Old South Building. Boston Mass.

181 **Newberry, Spencer B.,** Manager, SanduskyPortlandCementCompany, Sandusky, O.

182 **Niina, Yeiichi** Cement Chemist, Syracuse, Ind.

183 **Noyes, William A.,** Editor, Chemical Abstracts, University of Illinois, Urbana Ill.

184 **Olsen, Tinius,** Mechanical Engineer, 500 North Twelfth Street, Philadephia, Pa.

185 **Ostrom, John N.,** Bridge Engineer Pittsburg, Pa., 1518 Farmer's Bank Building.

186 **Otis, Spencer,** Mechanical Engineer, Chicago, Ill., 1707 Railway Exchange Building.

187 **Owen, James,** Civil Engineer, 196 Market Street, New York, N. Y.

188 **Parr, S. W.,** Professor Applied Chemistry, Urbana, Ills.

189 **Penny, Edgar,** Vice President and General Manager Newburgh Ice Machine and Engine Company, Newburgh, N. Y.

190 **Pew, J. Howard,** Assistant Manager, Refinery, Sun Company, Marcus Hook, Pa.

191 **Pinchot, Gifford,** Forester, United States Department of Agriculture, Washington, D. C.

192 **Pittsburg Forge and Iron Company.** F. E. Richardson Secretary, Pittsburg, Pa.

193 **Pittsburg Testing Laboratory Ltd,** John M. Baily, Secretary. Pittsburg, Pa., 325 Water Street.

194 **Polk, W. A.,** Sales Agent. The Patterson Sargent-Company, 42 Hudson Street, New York, N. Y.

195 **Pomeroy, Lewis R.,** Special Representative Railway Department, General Electric Company, 44 Broad Street, New York, N. Y.

196 **Prentiss, George N.,** Chemist, Chicago, Milwaukee and St. Paul Railway, Milwaukee, Wis., 226 Thirty-third Street.

197 **Price, Charles P.,** Manager, American Tar Company, Box 65 Malden, Mass.

198 **Provost, Andrew J., jr.,** Sanitary Expert and Hydraulic Engineer, 39 West Thirty-eighth Street, New York, N. Y.

199 **Pryor, Frederick L.,** Professor of Experimental Engineering, Stevens Institute, Hoboken, N. J.

200 **Quick, Charles Delavan,** Consulting Chemist-Assayer, 5450 Main Street, Germantown, Philadelphia, Pa.

201 **Ramsay, H. Martyn,** General Inspector, Pennsylvania Railroad Comp., Altoona, Pa.

202 **Randolph, Lingan S.,** Professor of Mechanical Engineering, Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg, Va.

203 **Reuter, Ludwig,** Dr., Syracuse, N. Y., P. O. Box 692.

204 **Richards, Joseph W.,** Assistant Professor of Metallurgy, Lehigh University, South Bethlehem, Pa.

205 **Richards, W. J.,** Mining Engineer and Vice-President and General Manager, Philadelphia and Reading Coal and Iron Comp., Pottsville, Pa.

206 **Richards, W. D.,** Houghton and Richards, Boston, Mass., 150 Oliver Street.

Digitized by Google

207 **Richardson, Clifford,** Asphalt Expert, New York Testing Laboratory, Maurer, N. J.

208 **Riddell, E. S,** Messrs. Riddell & Mc Creary, 2131 Certer Street, Berkeley, Cal.

209 **Riddle, Walter,** Vice-President, Sterling Varnish Company, Pittsburg, Pa.

210 **Riehlé, Frederick A.,** Riehlé Brothers, Testing Machine Company, Philadelphia, Pa., 1424 North Ninth Street.

211 **Rinald, C. D.,** Rinald Brothers Paint Manufacturers, 1142 North Hancok Street, Philadephia, Pa.

212 **Roberts, Alfred E.,** Analytical and Consulting Chemist and Metallurgist, Bull and Roberts, New York, N. Y., 100 Maiden Lane.

213 **Robinson, Holton D.,** Engineer in Charge of Manhattan Bridge, New York, N. Y., 21 Park Row.

214 **Roebling's Sons Company, John A.,** H. J. Horne, Assistant Superintendent, Department of Wiredrawing, Trenton, N. Y.

215 **Rosenheim, A. S.,** Architect, Los Angeles, Cal., H. W. Hellman Building.

216 **Rossi, James C.,** General Superintendent, National Fire Proofing Company, Perth Amboy, N. J., 71 Lewis Street.

217 **Russell, Ernest John,** Architect, St. Louis, Mo., Chemical Building.

218 **Rys, C.,** Metallurgist, 521 Carnegie Building, Pittsburg, Pa.

219 **Sauveur, Albert,** Professor of Metallurgy, Harvard University, Manager, Boston Testing Laboratories, Rotch Building, Harvard University, Cambridge, Mass.

220 **Scheidel, A.,** Managing Direktor The Commonwealth Portland Cement Comp. Mutual Life of New York Building, Martinplace, Sydney, Australia.

221 **Schmittt, F. E.,** Associate Editor, The Engineering News, New York, N. Y., 220 Broadway.

222 **Schniewind, F.,** Consulting Chemical Engineer, Vice-President, The United Coke and Gas Comp., New York, N. Y., 17 Battery Place.

223 **Scofield, H. H.,** Instructor in Testing Materials, 234 South Pierce Street, West Lafayette, Ind.

224 **Scott, W. G.,** Chemist, 2627 North Roby Street, Chicago, Ill.

225 **Seaver, J. W. Jr.,** Civil-Engineer, Waynesville, N. C.

226 **Sellers and Company, Incorporated, William,** Coleman Sellers, Jr., President, 1600 Hamilton Street, Philadelphia, Pa.

227 **Semet-Solvay Company,** O. S. Doolittle, Sales Agent, 17 Battery Place, New York, N. Y.

228 **Shankland, E. C. and R. M.,** Civil Engineers, 1106 Rookery, Chicago, Ill.

229 **Shimer, Porter W.,** Chemist and Metallurgist, Easton, Pa.

230 **Skinner, C. E.,** Electrical Engineer, Westinghouse Electric and Manufacturing Company, East Pittsburg, Pa.

231 **Skinner, Orville Campbell,** Superindentent, Open Hearth Departement, Standard Steel Works, P. O., Box 165, Burnham, Pa.

232 **Slocum, Frank S.,** Metallurgist, Jones and Laughlin Steel Company, Pittsburg, Pa.

233 **Smith, E. B.,** in Charge Mechanical Laboratories, Drexel Institute, Thirty-second and Chestnut Streets, Philadelphia, Pa.

234 **Smith, H. E.,** Chemist, the Lake Shore and Michigan Southern Railway Company, 80 Knowles Street, East Cleveland, Ohio.

235 **Snow, J. P.,** Bridge Engineer, Boston and Maine Railroad, Boston, Mass. For Mail: 58 Chandler Street, West Somerville, Mass.

236 **Sommer, Albert,** Dr., Consulting Chemist, 17 Battery Place, New York, N. Y.

237 **Soper, Ellis,** Superintendent, Dixie Portland Cement Company, 1110 Jord Building Detroit, Mich.

238 **Souther, Henry,** Consulting Metallurgical Engineer, State Chemist, 440 Capitol Avenue, Hartford, Conn.

239 **Spackmann, Henry S., Engineering Company,** 42 North Sixteenth Street, Philadelphia, Pa.

Digitized by Google

240 **Spencer, Herbert,** Road Oil Department, Standard Oil Company, 26 Broadway, New York, N. Y.

241 **Standard Steel Works,** A. A. Stevenson, Superintendent, Burnham, Pa.

242 **Stanger, R. H. Harry,** Consulting Engineer, Testing Works and Chemical Laboratories, 2 Broadway, Westminster, London, S. W., Engl.

243 **Stattelmann, G. R.,** 37 West Washington Street, Dayton, Ohio.

244 **Stevenson, A. A.,** Vice President, Standard Steel Works Company, Harrison Building, Philadelphia, Pa

245 **Stillman, Thomas B.,** Professor of Chemistry, Stevens Institute of Technology, Hoboken, N. J.

246 **Stoughton, Bradley,** Adjunct Professor of Metallurgy and Consulting Metallurgist, Columbia, University, New York, N. Y.

247 **Strobel, Charles,** Consulting Engineer, 1744 Monadnock Block, Chicago, Ill.

248 **Stuez, E.,** Vice-President and Treasurer, The Goldschmidt Thermit Comp., 90 West Street, New York, N. Y.

249 **Swain, George F.,** Professor of Civil Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Boston, Mass.

250 **Swanberg, F. L.,** Secretary, The D. T. Williams Va ve Company, 904-910 Broadway, Cincinnati, O.

251 **Swenson, P. M.,** Superintendent of Bridges and Buildings, Minneapolis, St. Paul and Sault Sainte Marie Railway Company, Shoreham Shops, Minneapolis, Minn.

252 **Swensson, Emil,** Consulting Engineer, Frick Building, Pittsburg, Pa.

253 **Taber, George H.,** General Manager, Gulf Refining Company, Frick Building, Pittsburg, Pa.

254 **Talbot, Arthur N.,** Professor of Municipal and Sanitary Engineering Universrty of Illinois, Urbana, Ill.

255 **Technischer Verein „New York".** Carl Kaelble, Secretary, Room 719, Engineering Building, 29 West Thirtyninth Street, New York, N. Y.

256 **Technischer Verein, Pittsburg,** Gustav A. Stielrin, Secretary, 166 Robinson Street, Pittsburg, Pa.

257 **Thomas, A. R.,** Commonwealth Steel Comp., St. Louis, Mo.

258 **Thomas, David,** Logan Iron and Steel Company, Burnham, Pa.

259 **Thompson, Gustave W.,** Chemist, National Lead Company, 129 York Street, Brooklin, N. Y.

260 **Thompson, Hugh L.,** Consulting Engineer, Waterbury, Conn.

261 **Thompson, John Fairfield,** The Oxford Copper Company, Chief of Testing Department, New-Brighton, Staten Island, N. Y.

262 **Thompson, Sanford E.,** Civil Engineer, Newton Highlands, Mass.

263 **Toch Maximilian,** Paint Manufacturer, 320 Fifth Avenue, New York, N. Y.

264 **Trautwiene, John C.,** Jr., Civil Engineer, 257 South Fourth Street, Philadelphia, Pa.

265 **Trist, N. B.,** Assistant to Vice-President, The Schoen Steel Wheel Company, Box 1212, Pittsburg, Pa.

266 **Tucker, Herman Franklin,** Designing Engineer, Culebra, Canal Zone.

267 **Turner, Henry C.,** President, Turner Construction Company, 11 Broadway, New York, N. Y.

268 **Turneaure, F. E.,** Dean of the College of Mechanics and Engineering, University of Wisconsin, Madison, Wis.

269 **Van Ornum, J. L.,** Professor of Civil Engineering, Washington University, St. Louis, Mo.

270 **Von Ammon, S.,** Consulting Engineer, Oswaldestre House, Norfolk Street, Strand, London, W. C, England.

271 **Vredenburgh, Watson, Jr.,** Member, Hildreth and Company, Engineers, 50 Broadway, New York, N. Y.

272 **Wachter, Charles Lucas,** Assistant Engineer Lidgerwood Manufacturing Comp. 96 Liberty Street, New York, N. Y.

273 **Wagner, Samuel Tobias,** Assistant Engineer, Philadelphia and Reading Railway, Huntingdon Street Station, Philadelphia, Pa.

274 **Walker, Joseph F.,** Chemist, Clements and Son Company, 1066 Drexel Building, Philadelphia, Pa.

Digitized by Google

275 **Walker, William H.,** Professor of Industrial Chemistry Massasuchetts Institute of Technology, 24 Trinity Place, Boston, Mass.

276 **Wallace, E. C.,** Post Office Box 241, East Auburn, Cal.

277 **Walter, Lee W.,** Cement Inspector, Erie Railroad, Ninth and Provost Streets, Jersey City, N J.

278 **Webster, George S.,** Chief Engineer and Surveyor, Bureau of Surveys, 318 City Hall, Philadelphia, Pa.

279 **Webster, William R.,** Civil Engineer 411 Walnut Street, Philadelphia, Pa.

280 **Weld, Harold Kenneth,** Assistant to Material Engineer, Engineering Department, Chicago Telephone Company, 127 College Street, Elgin, Ill.

281 **Wemlinger, J. R.,** President, Wemlinger Steel Piling Company, 11 Broadway, New York, N. Y.

282 **Whitehead, J. W. jr.,** Preservative Coatings, I. Madison Avenue, New York, N. Y.

283 **Wing, Charles B.,** Professor of Structural Engineering, Stanford University, Cal.

284 **Wolfel, Paul L.,** Chief Engineer, Mc Clintic - Marshall Construction Company, Rankin, Pa.

285 **Wood and Company, R.D.,** Founders, Walter Wood, 400 Chestnut Street, Philadalphia, Pa.

286 **Wood, Walter,** Cast - Iron Pipe Manufacturer, R. D. Wood and Company, 400 Chestnut Street, Philadelphia, Pa,

287 **Woolson, Ira H.,** Adjunct Professor of Mechanical Engineering, Columbia University, New York, N. Y.

288 **Worcester, Joseph R.,** J. R. Worcester and Company, 79 Milk Street, Boston, Mass.

289 **Wiman and Gordon Company, The,** George F. Fuller, General Superintendent and Secretary, Worcester, Mass.

290 **Young, W. W.,** Consulting Engineer 220 Broadway, New York, N. Y.

Digitized by Google

France — Frankreich — France.

1 **Alexandre**, **P.**, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, 18, rue Desbordes-Valmore, Paris, XVIe.

2 **Anstett**, Directeur du Laboratoire Municipal d'Essais des Matériaux, 6, rue Schœlcher, Paris, XIVe.

3 **Arbel**, **P.**, Administrateur délégué des Établissements Arbel et des Forges de Douai, 52, Boulevard Haussmann, Paris, IXe.

4 **Armand**, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Lyon (Rhône).

5 **Association alsacienne des propriétaires d'appareils à vapeur**, 6 et 8, Rue de la Bourse, Mulhouse.

6 **Baclé**, **L.**, Ingénieur, 57, rue de Châteaudun, Paris, IXe.

7 **Baire**, **G.**, Ingénieur de la Société des Ciments Français, 74, rue des Pipots, à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).

8 **Bauchère**, Directeur général de la Société des Ciments Français, 80, rue Taitbout, Paris, IXe.

9 **Biard**, Ingénieur principal du Matériel roulant à la Compagnie de l'Est, 168, rue Lafayette, Paris, Xe.

10 **Bied**, Ingénieur, le Teil (Ardèche).

11 **Billy**, **de**, Ingénieur des Mines, 6, rue Rembrandt, Paris, VIIIe.

12 **Blanchet**, Ingénieur, 2, Place du Théâtre Français, Paris, Ier.

13 **Bodin** Professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures, 50, rue Saint-Ferdinand, Paris, XVIIe.

14 **Bonet**, Ingénieur en chef de l'Association des propriétaires d'appareils à vapeur du nord de la France, 11—13, rue Faidherbe, Lille (Nord).

15 **Boudouard**, **O.**, Docteur ès-sciences, 87, rue Monge, Paris, Ve.

16 **Boulongne**, **de**, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef du Service central de la Voie à la Compagnie P. L. M., 18, rue Washington, Paris, VIIIe.

17 **Bourdil**, Ingénieur des Arts et Manufactures, 29, rue Octave Feuillet, Paris, XVIe.

18 **Bourry**, **E.**, Ingénieur des Arts et Manufactures, 87, rue du Rocher, Paris, VIIIe.

19 **Breuil**, Chef de la Section des essais de métaux au laboratoire du Conservatoire National des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin, Paris, IIIe.

20 **Caffin**, **Augustin**, Licencier ès-sciences, Ex-préparateur de chimie à l'École Polytechnique, chimiste-expert, 10, rue Cadet, Paris, IXe.

21 **Cambier**, **Ernest**, Fabricant de ciment portland, à Pont-à-Vendin (Pas-de-Calais).

22 **Candlot**, **E.**, Fabricant de ciment portland, 6, rue de Saint-Pétersbourg, Paris, VIIIe.

23 **Candlot**, **Charles**, 6, rue de Saint-Pétersbourg, Paris, VIIIe.

24 **Carnot**, **A.**, Inspecteur général des Mines en retraite, Membre de l'Institut, 99, Boulevard Raspail, Paris, VIe.

25 **Carpentier**, Ingénieur Constructeur, 34, rue de Luxembourg, Paris, VIe.

26 **Cartault**, Ingénieur en chef du Matériel fixe et des approvisionnements de la voie à la Compagnie P.-L.-M., 3, rue de Lyon, Paris, XIIe.

27 **Cellerier**, Directeur du laboratoire du Conservatoire National des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin, Paris, IIIe.

28 **Chabal**, Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction à la Compagnie P.-L.-M., 20, Boulevard Diderot, Paris, XIIe.

29 **Charpy**, **G.**, Directeur des Usines Saint-Jacques, à Montluçon (Allier).

30 **Chesneau**, Professeur à l'École des Mines, 18, rue des Pyramides, Paris, Ier.

31 **Cohade**, Ingénieur aux Usines du Creusot, rue Saint-Henri, au Creusot (Saône-et-Loire).

32 **Colomb**, Directeur de l'Agence de la Société Pavin de Lafarge, à Paris, 49, rue de Provence, Paris, XIe.

Digitized by Google

Chemins de fer de l'État:

33 **Beaugey**, Ingénieur en chef des Mines, Directeur, 42, rue de Châteaudun, Paris, IXe.

34 **Bauër**, Ingénieur en chef de l'entretion des voies et Bâtiments, 6, Rue Rosa-Bonheur, Paris, XVe.

35 **Boell**, Ingénieur en chef des Mines, Ingénieur en chef de la traction, 167, boulevard Malesherbes, Paris, XVIIe.

36 **Nadal**, Ingénieur en chef des Ateliers et du matériel roulant, 44, Rue de Rome, Paris, VIIIe.

37 **Parriche**, chef du service des approvisionnement, généraux, 42, rue de Châteaudun, Paris, IXe.

38 **Perrier**, Ingénieur en chef du service des Études et de la construction des lignes nouvelles, 140, boulekaspail, Paris, VIe.

39 **Regimbeau**, Ingénieur en chef des travaux neufs des Voies et des Bâtiments, 49, Rue de Londres, Paris, IXe.

40 **Compagnie des Hauts-Fourneaux, des Forges et Aciéres de la Marine et d'Homécourt**, Saint-Chamond (Loire).

41 **Compagnie Nouvelle des Ciments Portland du Boulonnais**, 2 bis rue du Havre, Paris, IXe.

42 **Compagnie Franco-Russe des Ciments Portland de Guelendjik**, 60, rue de la Victoire, Paris, IXe.

43 **Compagnie des Forges de Chatillon, Commentry et Neuves-Maison**, 19 rue de la Rochefoucauld, Paris, IX.

44 **Compère**, Ingénieur, Directeur de l'Association parisienne des propriétaires d'appareils a vapeur, 66, rue de Rome, Paris, VIIIe.

45 **Comte**, Capitaine du Génie, chef du service du laboratoire du Génie militaire à Boulogne-sur-Mer, (Pas-de-Calais) 12, rue de Tivoli.

46 **Considère**, Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, 103, boulevard Montparnasse, Paris, VIe.

47 **Conte**, Ingénieur du Matériel et de la traction à la Compagnie d'Orléans, 41, boulevard de la Gare, Paris, XIIIe.

48 **Da silva Freire**, Engenheiro Civil, 18, Caixa, Saõ Paulo (Brésil).

49 **Debray**, ancien Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées et ancien Professeur et Directeur des Laboratoires à l'École des Ponts et Chaussées, 41, avenue Kléber, Paris, XVIe.

50 **Denis, H.**, Inspecteur du matériel roulant à la Compagnie de l'Est, 39, place Ducale, à Charleville (Ardennes).

51 **Desjuzeur**, Directeur de l'Association lyonnaise des appareils à vapeur, 37, cours du Midi, à Lyon (Rhône).

52 **Deslandres**, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 34, rue Hamelin, Paris, XVIe.

53 **Direction Générale des Travaux Publics des Tunisie**, Tunis (Tunisie).

54 **Deval**, Directeur en retraite du laboratoire municipal d'essai des matériaux, 5, rue Brézin, Paris, XIVe.

55 **Dieudonné**, Directeur de la Société des Ciments de Vassy, 66, rue de Bondy, Paris, Xe.

56 **Doniol**, Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Lille (Nord).

57 **Dubosc**, Directeur de la Cartoucherie des Bruyères Sèvres (Seine-et-Oise).

58 **Ducrocq, T.**, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, au Hâvre (Seine-inférieure).

59 **Dufresne**, Ingénieur des Arts et Manufactures, 19, rue Montrosier, Neuilly-sur-seine (Seine).

60 **Dumas, L.**, Secrétaire Général de la Société des Forges et aciéries du Nord et de l'Est, 24, rue de Turin, Paris, VIIIe.

61 **Dumur** Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Auch (Gers).

62 **Escalles**, Directeur technique des Aciéries de France, Isbergues (Pas-de-Calais).

63 **Feret, R**, Chef du laboratoire des Ponts et Chaussées, à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).

64 **Ficquet**, Directeur de la Société des Ciments Portland Couronne, à Dannes (Pas-de-Calais).

65 **Fréminville, De**, Ingénieur, 90, rue d'Assas, Paris, VIe.

66 **Frémont, Ch.**, Ingénieur civil, 124, rue de Clignancourt, Paris XVIIIe.

67 **Freyssinet**, Ingenieur des Ponts et Chaussées, Moulins (Allier).

68 **Gandillot**, 172, rue de la Pompe, Paris, XVIe.

Digitized by Google

69 **Godard**, Directeur des Trauvaux Publics de l'Algérie, Alger (Algérie).
70 **Goupil**, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 66, boulevard Emile Augier, Paris, XVIe.
71 **Gruner**, Secrétaire du Comité central des houillères, 60, rue des Saints-Pères, Paris, VIIe.
72 **Guérard**, Inspecteur à la Compagnie d'Orléans, 260, rue Saint-Jacques, Paris, Ve.
73 **Guérard**, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, 8, rue Picot, Paris, XVIe.
74 **Guillemin, G.**, Ingénieur métallurgiste, 16, rue Du Sommerard, Paris, Ve.
75 **Guillery**, Ingénieur des Anciens Établissements Cail, 39, rue du Grand-Bouddha, Hanoï (Tonkin).
76 **Guillet, Léon**, Ingénieur des Arts et Manufactures, Docteur ès-sciences, Professeur au ConservatoireNational des Arts et Métiers, 8, avenue des Ternes, Paris, XVIIe.
77 **Guillien**, Directeur des Usines de la Société anonyme des Chaux et Ciment de Beffes, à Beffes (Cher).
78 **Guillot**, Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Condom (Gers).
79 **Haton de la Goupillière**, Inspecteur général des Mines en retraite, Membre de l'Institut, 56, rue de Vaugirard, Paris, VIe.
80 **Herscher**, Ingénieur des Mines, 20, boulevard Diderot, Paris, XIIe.
81 **Huillier, F.**, Ingénieur principal du matériel des Chemins de fer de l'Etat 44, rue de Rome, Paris, VIIIe.
82 **Joly, De**, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 43, avenue du Trocadéro, Paris, XVIe.
83 **Kœchlin**, Ingénieur principal des ateliers de machines de la Chapelle et d'Hellemmes, Compagnie du Nord, 78, rue des Poissonniers, Paris, XVIIIe.
84 **Klein, L.**, Chef de l'atelier d'Essais de l'École des Ponts et Chaussées, en retraite, 10, rue Camou, Paris, VIIe.
85 **Krebs**, Établissements Panhard et Levassor, 19, avenue d'Ivry, Paris, XIIIe.
86 **Lambert, De**, 70, cours Vittov, Lyon (Rhône).
87 **Langlois**, Fabricant de ciment, 19, boulevard Bourdon, Paris, IVe.
88 **Larivière, P.**, Ingénieur civil des Mines, Commission des ardoisières d'Angers (Larivière et Compagnie), 170, quai de Jemmapes, Paris, Xe.
89 **Lavocat, Ch.**, Fabricant de ciments Portland, à Neufchâtel (Pas-de-Calais).
90 **Laurent**, Ingénieur des Mines, 19, rue de Bourgogne, Paris, VIIe.
91 **Le Blant, E.**, Ingénieur à la Compagnie des Ghemins de fer de l'Est, 19, rue Lord-Byron, VIIIe.
92 **Le Chatelier, Henry**, Inspecteur général des Mines, Membre de l'Institut, 73, rue Notre Dame-des-Champs, Paris, VIe.
93 **Le Chatelier, Alfred**, Ingénieur, 61, avenue Victor-Hugo, Paris, XVIe.
94 **Le Chatelier, Charles**, Ingénieur civil des Mines, Société française de Constructions mécaniques, 39, rue Barathon, Montluçon (Allier).
95 **Le Chatelier, André**, Ingénieur en chef des Constructions Navales, 331, rue de Paradis, à Marseille (Bouches-du-Rhône).
96 **Le Chatelier, Louis**, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Président du Conseil d'Administration de la Société française de Constructions Mecaniques, 7, rue du Regard, Paris, VIe.
97 **Le Chatelier, Jacques**, Ingénieur civil des Mines, 7, rue du Regard, Paris, VIe.
98 **Ledoux**, Ingénieur civil des Mines, 20, boulevard Diderot, Paris, XIIe.
99 **Leduc**, Chef de section au laboratoire du Conservatoire National des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin, Paris, IIIe.
100 **Lefèvre**, Ingénieur aux Anciens Établissements Cail, à Denain (Nord).
101 **Lequeux**, Ingénieur des Arts et Manufactures, 64, rue Gay-Lussac, Paris, Ve.
102 **Lesourd, Paul**, Administrateur délégué de la Société des Ciments Portland artificiels de la Touraine, 4, Place du Palais, Tours (Indre-et-Loire).
103 **Lévy, Léon**, Ingénieur en chef des Mines, Directeur de la Cie des Forges de Chatillon, Commentry et Neuves-Maisons, 19, rue de La Rouchefoucauld, Paris, IXe.
104 **Locherer**, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 45, rue Ampère, Paris, XVIIe.

Digitized by Google

105 **Lodin**, Inspecteur général de Mines, Professeur à l'École des Mines, 16, rue Desbordes - Valmore, Paris, XVIe.

106 **Lordier**, Ingénieur civil des Mines, 36, rue des Petits-Champs, Paris, IIe.

107 **Magdelénat**, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Ingénieur du IIIe arrondissement de la Voie et des travaux de la compagnie d'Orléans, Poitiers (Vienne.)

108 **Malette**, Conducteur des Ponts et Chaussées, chimiste aux Laboratoires de l'École des Ponts et Chaussées, 61, rue des Saints-Pères, Paris, VIe.

109 **Marc**, Ingénieur aux anciens établissements Cail, à Denain (Nord).

110 **Maupéou d'Ableiges**, Directeur du Génie Maritime en retraite Place du Gast, Laval (Mayenne).

111 **Mayer, Eugène**, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 10, rue La Bruyère, Paris, IXe.

112 **Maynard**, Sous-Ingénieur des Ponts et Chaussées, faisaut fonctions d'Ingénieur, à Saint-Nazaire 118bis, rue Villez-Martin (Loire-Inférieure).

113 **Merceron - Vicat**, Directeur de la Société des Ciments Vicat, 29, rue Lesdiguières, à Grenoble (Isère).

114 **Mercier**, Chef de l'Atelier d'Essais de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, 3, avenue d'Iéna, Paris, XVIe.

115 **Merklen**, Ingénieur du matériel fixe des chemins de fer de l'Etat, 49, rue de Londres, Paris, VIIIe.

116 **Mesnager**, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Professeur et Directeur des Laboratoires à l'École Nationale des Ponts et Chaussées, 182, rue de Rivoli, Paris, Ier.

117 **Michel-Lévy, H.**, Ingénieur des Arts et Manufactures, 104, rue de la Faisanderie, Paris XVIe.

118 **Millot**, Fabricant de ciments, 8, Boulevard de la Bastille, Paris, XIIe.

119 **Miquet, L.**, Président de la Société „Le petit outillage", 71, boulevard Victor-Hugo à Clichy (Seine).

120 **Monmerqué, A.**, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 19, rue Decamps, Paris, XVIe.

121 **Nay de Mézence, Jacques**, Ingénieur chimiste, 2, Square du Roule, Paris, VIIIe.

122 **Nivet**, Ingéneur-Conseil pour Constructions en béton armé, Luxé (Charente.)

123 **Nouailhac-Pioch**, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 169, rue de Rennes, Paris, VIe.

124 **Olry, A.**, Ingénieur en chef des Mines, 23 rue Clapeyron, Paris, VIIIe.

125 **Osmond, F.**, Ingénieur civil, rue de l'Ermitage St. Leu (Seine-et-Oise).

126 **Patry**, Ingénieur du Bureau Veritas, 8, place de la Bourse, Paris, IIe.

127 **Périn**, Ingénieur-chimiste, 2, rue Guichard, Paris, XVIe.

128 **Perot**, Professeur à l'École Polytechnique, 16, Avenue Bugeaud, Paris, XVIe.

129 **Piketty Paul**, Ingénieur-Constructeur en ciment armé, 88, quai de la Rapée, Paris, XIIe.

130 **Pillet, J.**, Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers, 5, rue Le Goff, Paris Ve.

131 **Pourcel, A.**, Ingénieur civil des Mines, 2, square du Roule, Paris, VIIIe.

132 **Prache**, Ingénieur des Arts et Manufactures, 17, avenue Niel, Paris, XVIIe.

133 **Privat, F.**, Ingénieur principal à la Cie P.-L.-M., 20, boulevard Diderot, Paris, XIIe.

134 **Rabut Charles**, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef du service des Travaux neufs des chemins de fer de l'Etat, 49, rue de Londres, Paris, VIIIe.

135 **Rateau**, Ingénieur des Mines, 7, rue Bayard, VIIIe.

136 **Rebourg**, Ingénieur aux anciens établissements Cail, à Denain (Nord).

137 **Renaud, G.**, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, 29, rue Scheffer, Paris, XVIe.

138 **Révillon, Louis**, Ingénieur des Arts et Manufactures 259, Boulevard Péreire, Paris, XVIIe.

139 **Robin**, Ingénieur des Arts et Manufactures, Assistant du Laboratoire du Conservatoire National des Arts et Métiers, 7, rue d'Anjou, Paris, VIIIe.

140 **Ronfet**, Ingénieur des Arts et Manufactures, 18, rue de Dunkerque, Paris, Xe.

Digitized by Google

141 **Rouger,** Ingénieur au Service de la Société J. et A. Pavin de Lefarge, Le Teil (Ardèche).

142 **Sabouret,** Ingénieur en chef du Matériel et de la traction à la Compagnie d'Orléans, 132, rue de Rennes, Paris, VIe.

143 **Saladin,** Ingénieur principal des Aciéries du Creusot, 42, rue d'Anjou, Paris, VIIIe.

144 **Salomon,** Ingénieur en chef du Matériel et de la traction à la Compagnie de l'Est, 168, rue Lafayette, Paris, Xe.

145 **Sauvage,** Ingénieur en chef des Mines. Professeur à l'Ecole supérieure des Mines, 14, rue Eugène-Flachat, Paris, XVIIe.

146 **Schœndœrffer,** Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Annecy (Haute-Savoie).

147 **Schving, P.,** Capitaine d'artillerie en retraite, 10, rue Laferrière, Paris, IXe.

148 **Soyrig,** Ingénieur Civil, 43, rue de Rome, Paris, VIIIe.

149 **Simonot,** Ingénieur en chef de la Marine, Arsenal de Cherbourg (Manche), 37, rue Bonhomme

150 **Société des Ingénieurs Civils de France,** 19, rue Blanche, Paris, IXe.

151 **Société Française de Constructions Mécaniques, anciens établissements Cail,** 21, rue de Londres, Paris, IXe.

152 **Société Anonyme de Commentry-Fourchambault et Decazeville,** 16, place Vendôme, Paris, Ier.

153 **Société Anonyme des Ciments de Frangey (Quillot Frères),** à Frangey, par Lézinnes (Yonne).

154 **Société Anonyme des Aciéries et Forges de Firminy** (Loire).

155 **Solacroup,** Ingénieur en chef du Matériel et de la traction de la Compagnie d'Orléans, 56, boulevard Malesherbes, Paris, VIIIe.

156 **Sollier et Compagnie,** Fabricants de ciment portland à Neufchâtel (Pas-de-Calais).

157 **Soubeyran, A. de,** Administrateur-délégué de la Société des Ciments français 80, rue Taitbout, Paris, IXe.

158 **Stoclet,** Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Lille (Nord).

159 **Thomas, Auguste,** Directeur de la Société française de Constructions mécaniques (Anciens Établissements Cail), à Denain (Nord).

160 **Tricon,** Ingénieur-Constructeur, 95, rue de Prony, Paris, XVIIe.

161 **Valat, A.,** Ingénieur principal des Constructions métalliques à la Compagnie de l'Est, 23, rue d'Alsace, Paris, Xe.

162 **Valla, L.,** Ingénieur civil des Mines 119, Boulevard de Longchamps, Marseille (Bouches-du-Rhône).

163 **Vallette-Viallard,** Fabricant de chaux et ciment, Cruas (Ardèche).

164 **Valton,** Ingénieur adjoint à l'Ingénieur en chef du Matériel et de la traction de la Compagnie d'Orléans, 41, boulevard de la Gare, Paris, XIIIe.

165 **Viallet, Marius,** Ancien élève de l'École Polytechnique et de l'École des Ponts et Chaussées, Administrateur de la Société des Ciments de la Porte de France, 23, Cours Saint-André à Grenoble (Isère).

166 **Viennot,** Ingénieur des Arts et Manufactures, 9, Boulevard de Denain, Paris, Xe.

Digitized by Google

Grande Bretagne — Großbritannien — Great Britain.

1 **Airedale of Gledhow, The Right Hon. Lord,** Monkbridge Iron Works, Leeds.
2 **Anderson, Herbert W.,** South Western Laboratory, 43 St. James's Road, Kingston-on-Thames.
3 **Associated Portland Cement Manufacturers (1900) Ltd.,** Portland House, Lloyds Avenue, London E. C
4 **Avery, W. & T. Ltd.,** Soho Foundry, Birmingham.
5 **Bagnall-Wild,** Major R. K., War Office, Whitehall, London, S. W.
6 **Bailey, A. J.,** Albion Works, Salford, Manchester.
7 **Bailey, Sir W. H.,** Managing Director of W. H. Bailey and Co. Ltd., Sale Hall, Cheshire.
8 **Bamber, H. K. G.,** Ingress House, Greenhithe, Kent.
9 **Bell, Sir Hugh, Bart.,** Rounton Grange, Northallerton.
10 **Bleckly, W. H.,** Thelwall Lea, near Warrington.
11 **Blount, Bertram,** Chemical Laboratory and Testing Works, 76 and 78 York Street, Westminster, London, S. W.
12 **British Fire Prevention Committee,** Waterloo Place, Pall Mall, London, S. W.
13 **British Weights & Measures Association (G. Moores, Secretary),** 98 Cannon Street, London, E. C.
14 **Brearly Harry,** 51 Millhouses Lane, Sheffield.
15 **Burstall, H. R. J.,** c/o Messrs. Burstall & Monkhouse, 14 Old Queen Street, London, S. W.
16 **Butler, T. F.;** Barrow-in-Furness.
17 **Bylander, S., Messrs.,** Waring & White, (1906) Ltd. 1A, Cockspur Str. London, S. W.
18 **Caldecott, W. A.** The Consolidated Gold Fields of South Africa, Ltd., Consulting Engineers Department, Johannesburg, Transvaal, South Africa.
19 **Cambridge Scientific Instrument Co., Ltd.,** Chesterton Road, Cambridge.
20 **Cawley, G.,** Engineer, 25 Victoria Street, London, S. W.
21 **Charleton, Ch.,** c/o Messrs. J. C. Johnson & Co., Ltd. 4, Eastcheap, London, E. C.
22 **Clarke, Max,** F. R. I. B. A., 4 Queen Square, Bloomsbury, London, W. C.
23 **Cleland, W.,** Sheffield Testing Works; Blonk Street Sheffield.
24 **Colville, David,** Dalzell Steel & Iron Works, Motherwell, N. B.
25 **Concrete Institute,** (The Secretary), Waterloo Place, Pall Mall, London, S. W.

Concrete Institute:

26 **Chairman of the Executive** (Edw. O. Sachs, F. R. S. Ed.).
27 **Chairman of the Science Standing Committee** (William Dunn, F. R. I. B. A.).
28 **Chairman of the Test Standing Committee** (W. S. Hatch M. Inst. C. E.).
29 **Cooper, A.,** North-Eastern Steel Works, Middlesbrough
30 **Cooper, W. J.,** The Elms, Lower Penarth, South Wales.
31 **Cox, Herbert Nelson,** Holly Lodge, Bournbrook Road, Selly Park, Birmingham.
32 **Crosby, Th.,** Llanelly Steel Works, Llanelly, South Wales.
33 **Daimler Motor Co., (1904) Ltd.,** Daimler Works, Coventry.
34 **Daw, F. W.,** 8 Alexander Place, Ebbw Vale, Monmouthshire.
35 **Deacon, M.,** Sheepbridge Coal and Iron Co., Ltd., Chesterfield.
36 **Donaldson, H. F.,** Royal Arsenal, Woolwich.
37 **Dyson W. H.,** The Amalgams Co., Ltd., Attercliffe Road, Sheffield.
38 **Ellis, O. L.,** The Grange, Pelham Road, Gravesend, Kent.
39 **Ellis, W. H.,** Atlas Steel & Iron Works, Sheffield.

Digitized by Google

40 **Engineering**, 35 und 36 Bedford Street, Strand London W. C

41 **Evans, W.**, Cyfarthfa Iron and Steel Works, Merthyr Tydfil, Glam.

42 **Gulliver, G. H.**, Engineering Department, The University, Edinburgh.

43 **Hadfield, Sir R. A.**, 28 Hertford Street, Mayfair, London, W.

44 **Harbord, F. W.**, 16 Victoria Street, London, S. W.

45 **Harrison, J. H.**, 2 Exchange Place, Middlesbrough.

46 **Heap Douglas, T.**, 3 Vanbrugh Park Road West, Blackheath, London, S. E.

47 **Heaton Noël, B. Sc.**, Denmark House Stonebridge Park, London, N W.

48 **Hickman Messrs, A Ltd.** Staffordshire Steel and Ingot Iron Works, Bilston, Staffs.

49 **Hogg, T. W.**, Seaburn Terrace, Roker, Sunderland.

50 **Holloway, G. T.**, 57—58 Chancery Lane, London, W. C.

51 **Hoyle, J. R.**, Norfolk Works, Savile Street East, Sheffield.

52 **Institution of Civil Engineers**, Great George Street, Westminster London, S. W.

53 **Iron and Steel Institute**, 28 Victoria Street, Westminster, London, S. W.

54 **Jennings, A. S.**, Managing Editor „The Decorator", 365 Birkbeck Bank Chambers, High Holborn, London, W. C.

55 **Keay, E. C. & J. Ltd.**, Princes Chambers, Corporation Street, Birmingham.

56 **Keen, A.**, London Works, near Birmingham.

57 **Kennedy, Sir Alex. B. W.**, F. R. S., 17 Victoria Street, London, S. W.

58 **Kirkaldy, W. G.**, 99 Southwark Street, London, S. E.

59 **Layton, George M. R.**, Royston, Herts.

60 **Lester, J. H.**, M. Sc., Manchester Chamber of Commerce Testing House, Manchester.

61 **Lloyd, G. C.**, Iron & Steel Institute, 28 Victoria Street, London, S. W.

62 **Marsland Ellis**, 244 Camberwell Road, London, S. E.

65 **Martin, Ed. P.**, The Hill, Abergavenny, South Wales.

63 **Mason, Cecil C.**, c/o Messrs. Sir W. G. Armstrong Whitworth & Co., Ltd., Ordnance Dpt., Elswick Works, Newcastle-on-Tyne.

64 **Milton, J., T.**, c/o Lloyds Register of Shipping 71, Fenchurch Street, London E. C.

65 **Monkhouse, E. W.**, Messrs. Burstall and Monkhouse, 14 Old Queen Street Westminster, London, S. W.

66 **Moore, Harold**, B. Sc., Research Dept., Royal Arsenal, Woolwich, Kent.

67 **National Physical Laboratory** (Dr. R. T. Glazebrook, Director), Bushy House, Teddington, Middlesex.

68 **Passmore, Frank Baley**, Suffolk House, 5 Laurence Pountney Hill, London, E. C.

69 **Petavel**, Professor, **J. E.**, The University, Manchester.

70 **Phelps, W. E.**, Deputy Superintendent, India Store Depot, Belvedere Road, Lambeth, London, S. E.

71 **Pickering, W. B.**, 21 Dover Road, Sheffield.

72 **Purton, F.**, The Expanded, Metal Co., Ltd., York Mansion, York Street, Westminster, London, S. W.

73 **Randall, Joseph**, Jummer Court, Shooter's Hill Kent.

74 **Roberts, G. H.**, Royal Arsenal, Woolwich, Kent.

75 **Robertson, F. E.**, C. I. E. c/o Messrs Rendel & Robertson, 8 Great George Str., London, S. W.

76 **Robertson, Leslie S.**, Secretary of the Engineering Standards Committee; 28 Victoria Street, London, S. W.

77 **Rofe, H.**, 8 Victoria Street, London, S. W.

78 **Sachs, Edwin O.**, F. R. S. Ed., 7 Waterloo Place, Pall Mall, London, S. W.

79 **Sheffield Society of Engineers and Metallurgists** (F. K. Knowles, Secretary), Technical Department University College, Sheffield

80 **Sidney, L. P.**, Iron & Steel Institute, 28 Victoria Street, London, S. W.

81 **Siemens, A.**, 12 Queen Anne's Gate, Westminster, London, S. W.

82 **Smith, J. Cruickshank**, Holmdene Colebrook Avenue, West Ealing, London, W.

Digitized by Google

83 **Stanton, Dr. T. E.**, National Physical Laboratory, Bushy House, Teddington, Middlesex.
84 **Stead, J. E.**, F. R. S., Laboratory and Assay Office; 11, Queens Terrace, Middlesbrough.
85 **Styles, R. Curling,** Chemist to the Associated Portland Cement Manufacturers (1900), Ltd., Knockhall, Kingsfield Road, Watford, Herts.
86 **Tannett-Walker, A. T.**, Hunslet, Leeds.
87 **Tomlinson, F.**, The Broughton Copper Co., Ltd., Manchester.
88 **Trechmann. O. K.**, Warren Cement Works, West Hartlepool.
89 **Turnbull, Messrs., Alex. & Co., Ltd.** St. Mungo Works, Bishopbriggs, Glasgow.
90 **Unwin**, Professor **W. C.**, F. R. S., 7 Palace Gate Mansions, Kensington, London, S. W.
91 **Vawdrey R. W.**, Patent-Indented Steel Bar Co., Ltd., Queen Annes Chambers, Westminster, London, S. W.
92 **While, Jas. M.**, Barrow Hematite Steel Co., Ltd., Barrow-in-Furness.
93 **White, F. A.**, 170 Queen's Gate, London, S. W.
94 **Whitwell, Wm.**, Overdene, Saltburn by-the-Sea, Yorkshire.
95 **Williams, Illtyd,** Normanby Hall, Normanby, S. O. Yorkshire.
96 **Workman, G. C.**, Messrs., Edmond Coignet, Ltd., 20 Victoria Street, London, S. W.

Grèce — Griechenland — Greece.

1 **Hadjikyriakos Zachariou & Cie.,** Fabrique Hellénique de Ciments, Athènes, Rue Chalkokondyli 37.

Digitized by Google

Hollande — Holland.

1 **Alpherts, G.**, Director der Nederlandsch-Indische Industrie, Wassenaar bei Haag.
2 **Baucke, H.**, Ingenieur, Mitinhaber der Materialprüfungsanstalt, Amsterdam, Da Costakade 104.
3 **Bienfait, L.**, Ingenieur, Mitinhaber der Prüfungsanstalt für Baumaterialien, Amsterdam, Da Costakade 104.
4 **Burgdorffer, A. C.**, Adjunkt-Direktor im Stadtbauamt, Rotterdam, Haringvliet 2.
5 **Chemisches Laboratorium, Techn. Hochschule**, Delft.
6 **Everts, S. G.**, Rector Magn. der Technischen Hochschule, Delft.
7 **Gratama, B M.**, Oberingenieur, Nederlandsch-Indische Spoorweg-Maatschappy, Haag, Sweelinckstraat 23.
8 **Groneman, J. L. Th.**, Gießerei-Ingenieur, Hengelo.
9 **Haagsma, S. E.**, Oberingenieur der niederländ. Staatsbahnen, Utrecht.
10 **Hackstroh, P. A. M.**, Kapitän-Ingenieur, Station de Bilt bei Utrecht.
11 **Hanegraaff, W.**, Kapitän - Ingenieur, Haag, Laan v. N. Oost-Indië.
12 **Hasselt, van J.**, Civil - Ingenieur, Amsterdam, Weesperzyde 28.
13 **Het Departement der Burgelyke Openbare Werken**, Batavia. (Niederl. Indien).
14 **Het Technisch Leesmuseum**, Amsterdam, Marnixstraat 402.
15 **Hoeven, P. A., van der**, Kapitän-Ingenieur, Utrecht, Maliesingel 14.
16 **Hoitsema, Dr. C.**, General-Controleur bei der Reichsmünze; Utrecht.
17 **Holländische Eisenbahngesellschaft**, Amsterdam.
18 **Hoogenhuyze, L. F. E. van**, Ingenieur der Holländ. Eisenbahngesellschaft, Alkmaar, v. Everdingenstraat 7.
19 **s'Jacob, J. J.**, Direktor der holländischen Eisenbahngesellschaft, Amsterdam, Willemsparkweg 127.
20 **Joosting, P.**, Ober-Ingenieur d. Niederl. Staatsb., Utrecht Kruisstraat 11.
21 **Kinderman, J.**, Haag, Duinweg 18.
22 **Kley, P.**, Professor a. d. Technischen Hochschule, Juliana van Stolberglaa 28, Haag.
23 **Kloes, J. A. van der**, Professor der Baumaterialienkunde an der Technischen Hochschule, Delft.
24 **Kooper, J.**, Kapitän-Ingenieur, Ede.
25 **Königlich Ingenieursinstitut**, Haag.
26 **Maatschappy tot Exploitatie van Staatsspoorwegen**, Utrecht.
27 **Metzelaar, W. C.**, Ingenieur-Architekt der Justizgebäude, Haag.
28 **Ministerie van Waterstaat**, Haag.
29 **Ministerie van Marine**, Haag.
30 **Ministerie van Koloniën**, Technisches Bureau, Haag.
31 **Nederlandsch - Indische Spoorweg-Maatschappy**, s'Gravenhage, Lange Beestenmarkt.
32 **Roessingh van Iterson, J. A.**, Direktor d. Holländ. Eisenbahngesellschaft, Amsterdam, Jan Luykenstraat 52.
33 **Rutgers, S. J.**, Ingenieur im Stadtbauamt, Rotterdam.
34 **Schroeder van der Kolk, J.**, Reichs-Ingenieur im Aufsichtsrath der Eisenbahnen, 's Gravenhage, Badhuisweg 177.
35 **Semarang-Joana Stoomtram-Maatschappy**, 's Gravenhage J. P. Z., Coenstraat 2.
36 **Stadtbauamt**, Amsterdam.
37 **Stork, C. F.**, Maschinenfabrikant, Hengelo, O.
38 **Technische Hochschule**, Delft.
39 **Vogel, H. P. M. A.**, Ingenieur der Holländischen Eisenbahngesellschaft, Haarlem.
40 **Wesseling, H. C.**, Ingenieur im Stadtbauamt, Rotterdam.
41 **Wolff, E. B.**, Maschinen - Ingenieur, Amsterdam, Singel 254.
42 **Wortman, H.**, Wasserbau-Ober-Ingenieur im niederländischen Staatsdienst, Haarlem.

Digitized by Google

Hongrie — Ungarn — Hungary.

1 **Babocsay, H.**, Vertreter der Maschinenfabriks-Aktienges. Hirsch & Frank, Budapest, VI. Szabolcs utcza 39.

2 **Bajza, A.**, Inspektor der kgl. ung. Staatseisenbahnen, Budapest, VI. Isabella utcza 72a.

3 **Banovits, C.**, Ministerialrat, Direktor der Maschinenabteilung der kgl. ung. Staatseisenbahnen a. D., Budapest, VI. Bajza utcza 34c.

4 **Bartel, Johann**, Oberingenieur, V. Nádor utcza 36.

5 **Beer, Alfred**, Oberingenieur der kgl. ung. Staatsbahnen, Budapest, VI. Teréz körút 56.

6 **Beke, Josef**, kön. ung. Baurat im Handelsministerium, Budapest, III. Albrecht út 1.

7 **Betriebsdirektion** der ungar. Linien der k. k. priv. **Südbahngesellschaft**, Budapest, I. Miszáros utcza 19.

8 **Bloch. L.**, Baumeister, Budapest, VII. Ákácfa utcza 50.

9 **Borbély, L.**, Generaldirektor der Rima-Murány-Salgó-Tarjaner Eisenwerke, Budapest, V. Nádor utcza 36.

10 **Bresztovszky, Béla**, Dr., Maschinen-Ingenieur, Adjunkt am Polytechnikum, Budapest, VIII. Müegyetem.

11 **Csáki B.**, Budapest, VI. Andrássy út 21.

12 **Czakó A.**, Professor am Polytechnikum, Budapest, Műegyetem.

13 **Czekelius, A.**, Ministerialrat, i. P., Budapest, IV. Ferencz-József rakpart 9.

Direktion der kgl. ungar. Staatseisenbahnen, Budapest, VI. Andrássy út 73, 75.

Vertreter:

14 **Geduly, J.**, Ministerialrat, Direktor der Bauabteilung, Budapest, VI. Teréz körút 56.

15 **Szlabey, E.**, Ober-Inspekt., Direktor-Stellvertreter, Budapest, VI. Andrássy út 75.

16 **Novelly, E.**, kgl. ung. Hofrat, Direktor-Stellvertreter, Budapest, VI Andrássy út 75.

17 **Riedl, K.**, Ober-Inspektor, Budapest, VI. Teréz körút 56.

18 **Maurer, M.**, Ober-Insp., Budapest, VI. Teréz körút 56.

19 **Grittner, A.**, Chemiker, Inspektor, Budapest, VIII. Józsefvárosi pályaudvar.

20 **Bermann, Miksa**, Oberingenieur, VII. Alpár utcza 7.

21 **Gállik, St**, kgl. Ober-Ingenieur, Budapest, II. Albrecht út 18.

Ganz & Co.

Vertreter:

22 **Asbóth, Emil**, Ministerialrat, Gen.-Dir., Budapest, X. Kőbányai út 31.

23 **Gelléri M.**, kgl. Rat, in Vertretung des Landesgewerbevereines, Buda-VI. Uj utcza 4.

24 **Gelléri, S.**, Chemiker, Professor, Selyp (Nográd).

Generaldirektion der Kaschau-Oderberger Bahn, Budapest, V. Rudolfrakpart 6.

Vertreter:

25 **Eder, R.**, Ober-Inspektor, Budapest, V. Rudolfrakpart 6.

26 **Fabry, A.**, Inspektor, Budapest, V. Rudolfrakpart 6.

Generaldirektion der ungar. Berg-Hüttenwerke und Domänen der priv. österr.-ungar. Staatseisenbahn-Gesellschaft, Budapest, IV. Egyetem utcza 1.

Vertreter:

27 **Willinger, J.**, Zentral-Inspektor, Budapest, IV. Egyetem utcza 1.

28 **Bálint, Miklos**, Zentral-Inspektor, Resicza.

29 **Marton, Georg**, Zentral-Inspektor, Resicza.

30 **Ringeisen, Jenö**, Ober-Insp., Budapest, IV. Egyetem utcza 1.

31 **Renvez, Josef**, Ober-Insp., Budapest, IV. Egyetem utcza 1.

Digitized by Google

32 **Gerster, K.,** Architekt, Budapest, IV., Muzeum körut 37.

33 **Goll, E.,** Architekt, Budapest, VIII. Baross utcza 97.

34 **Gränzenstein, B.,** Staatssekretär des königl. ungar. Finanzministeriums i. P., Budapest, IV. Sörház utcza 4.

35 **Hauptstädtischer Baurat** (Fővárosi Közmunkák tanácsa), Budapest, I. Döbrentey tér 4.

36 **Just, Fr.,** Ober-Ingenieur der kgl. ung. Staatseisenbahnen, Verkehrschef, Győr.

37 **Kelényi, E.,** Inspektor der kgl. ungar. Staatseisenbahnen, Budapest, VI. Andrássy út 75.

38 **Kis, E. J.,** Ingenieur und Unternehmer, Budapest, V. Pozsonyi út (Felső rakpart) 19.

39 **Kommer, J.,** Architekt, Budapest, VIII. Főherczeg Sándor utcza 6.

Kön. ung. Berg- und Forst-Hochschule in Selmecbánya.

Vertreter:

40 **Sobó, Jenö,** königl. ungar. Oberbergrat, ord. Prefessor, Selmecbánya.

41 **Faller, Karl,** königl. ung. Oberbergrat, ord. Professor, Selmecbánya.

42 **Barlai, Béla, Dr.,** ord. Professor, Selmecbánya.

Königl. ungar. Landwehr-(Honvédelmi)-Ministerium.

Vertreter:

43 **Aberle, Anton,** königl. ung. Major des Waffentechnischen Offizierskorps, Budapest, I. vár honvédelmi ministerium.

44 **Gebler, Josef,** königl. ung. Landwehr-Unterintendant. Budapest, I. vár honvédelmi ministerium.

45 **Szent-István, Béla von,** Militär-Bauingenieur, Budapest, I. vár honvédelmi ministerium.

46 **Maróthy, Koloman von,** Militär-Bauingenieur, Budapest, I. vár honvédelmi ministerium.

47 **Kreiker, G.,** Ober-Ingenieur der kgl ungar. Staatseisenbahnen, Szeged.

48 **Landes-Gewerbeschulrat,** Budapest, II. Kereskedelmi Ministerium.

49 **Langfelder, K.,** Maschinen-Ing., Fabrikant, Budapest, VI. Figyető utcza 14.

50 **Lehotzky, Gyula,** Ing. der Maschinenfabrik der kön. ung. Staatsbahnen, Budapest, X. Kőbanyai út 21.

51 **Löwenstein, A.,** Direktor der Druckerei-Aktiengesellschaft „Pallas". Budapest, V. honvéd utcza 10.

52 **Mendl, G.,** Ober-Ingenieur der kgl. ung. Staatseisenbahnen, Budapest. VI. Podmaniczky utcza 43.

53 **Mentsik, F.,** Dr., Ministerialrat. Budapest. II. Kereskedelmi Ministerium.

54 **Mihók, J.,** Inspektor der kgl. ungar. Staatseisenbahnen, Budapest, VI. Andrássy út 75.

55 **Misángyi, Wilhelm,** Dr., Maschinen-Ingenieur der königl. ung. Staatsbahnen, Budapest, VIII. József Körut 21.

56 **Moskovits, M.,** Maschinen-Ingenieur, Nagyvárad.

57 **Nagy, D. von,** Hofrat, Professor. Budapest. VIII Műegyetem.

58 **Ohrenstein, H.,** Zementfabrikant, Budapest, V. Alkotmány utcza 10.

59 **Retjö, A.,** Hofrat, Professor, Budapest, VIII. Műegyetem.

60 **Récsey, E.,** Ober-Ingenieur der kgl. ungar. Staatseisenbahnen, Budapest. VI. Andrássy út 73/75.

61 **Rimamurány-Salgó-Tarjáner Eisenwerks-Aktiengesellschaft,** Budapest, V. Nádor utcza 36.

62 **Röck, St.,** Maschinenfabrikant, Budapest, I. Kelenhegyi út 29.

63 **Salamin, M.,** Ingenieur der kgl. ungar. Staatseisenbahnen, Zólyom,

64 **Sartory, O.,** Zementtechniker, Nagykanizsa.

65 **Sátori, Moriz,** Stein-, Mörtel- und Gypsfabrikant, Budapest, IX Dandás utcza 25.

66 **Schustler, J.,** Ingenieur, Beton-Bauunternehmer, Budapest, VII. Damjanich utcza 39.

67 **Teleszky, J.,** Min.-Sektionsrat. Budapest, VII. Erzsébet körút 15.

68 **Ungarische Keramische Fabriks-Aktiengesellschaft,** Budapest, VIII. József körút 14.

69 **Ungarischer Verband für die Materialprüfungen der Technik** Budapest. VIII. Műegyetem.

Digitized by Google

70 **Wartha, V., Dr.**, Ministerialrat, Professor, Budapest, VIII. Műegyetem.

71 **Wittmann, Fr.**, Professor, Budapest, VIII. Műegyetem.

72 **Wünsch, R.**, Zementtechniker Baumeister, Beszterczebánya.

73 **Zelovich K. von**, Betriebsleiter der kgl. ung. Staatsbahnen, Budapest, VIII (rechtseitige Betriebsleitung).

Zentraldirektion der kgl. ungar. Staatseisenwerke, Budapest, X. Kőbányai út 21.

Vertreter:

74 **Vajkay, K.**, Ministerialrat, Zentraldirektor, Budapest, X. Kőbányai út 21.

75 **Ritter, O.**, kgl. Rat, Direktor-Stellvertreter. Budapest, X. Kőbányai út 21.

76 **Roth, P.**, kgl. Rat, Ober-Inspektor, Vorstand der Maschinenfabrik der kgl. ung. Staatseisenbahn., Budapest, X. Kőbányai út 21.

77 **Fleischmann, V.**, Ober-Inspektor, Vorstand des Diósgyőrer Eisenwerkes, Diósgyőr, aczélgyár.

78 **Allender, H.**, kgl. Ober-Bergrat, Vorstand des Zólyom-Brezóer Eisenwerkes, Zólyom-Brezó.

79 **Bergh, T.**, kgl. Bergrat, Vorstand des Kudsirer Eisen- und Stahlwerkes, Kudsir.

80 **Zhuk, J.**, Ingenieur, Sekretär des ungarischen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik, Budapest, VIII. Műegyetem.

81 **Zielinszki, Sz.**, Dr., Ingenieur, Professor am Polytechnikum, Budapest, V. Alkotmány utcza 31.

82 **Zsigmondy, B.**, Ingenieur, Budapest, IX. Imre utcza 4.

Digitized by Google

Italie — Italien — Italy.

1 **Andruzzi,** ing. **Nestore**, Genio Civile, di Cavarzere, Venetia.

2 **Arlorio, Agostino,** Colonnello nel Ro. Genio Militare, Direttore della Ra. Accademia Militare di Torino.

3 **Associazione Utenti caldaie a vapore nelle Provincie dell' Emilia e delle Marche,** Bologna, Piazza Calderini 4:

4 **Barzano** ing. **Carlo,** Milano, Via Bagutta, 24.

5 **Belloc** ing. **Luigi,** Ispettore Generale dell'Industria e del Commercio, Roma.

6 **Benetti** ing. **Jacopo,** Professore di macchine e Direttore della Ra. Scuola per gli Ingegneri di Bologna.

7 **Biadego** ing. **Giambattista,** Capo Servizio delle costruzioni delle ex Strade Ferrate Mediterranee; Roma, Via Mercede 9.

8 **Bougleux** ing. **Eugenio,** Pisa, S. Niccolaio, 10.

9 **Bruno** ing. **Gaetano,** Professore di costruzioni e Direttore della Ra Scuola superiore politecnica di Napoli.

10 **Caio** ing. **Ausano,** Vice - Direttore generale delle ferrovie dello stato, Roma.

11 **Canevazzi** ing. **Silvio,** Professore e Direttore del gabinetto di costruzioni nella Ra. Scuola per gli ingegneri in Bologna.

12 **Cariati** ing. **Giovanni,** Napoli, Corso Vittorio Emanuele, 23.

13 **Cattaneo** ing. **Ugo,** Capo Divisione delle ferrovie dello Stato presso l'Instituto sperimentale, Stazione di Trastevere Roma.

14 **Ciotti Guiseppe**, Ingegnere capo delle Officine Miani, Silvestri, e C. i, Milano, Via Vicenzo Monti, 21.

15 **Collegio degli Ingegneri ed Architetti di Genova**, Via Davide Chiossone, 7.

16 **Collegio degli Ingegneri ed architetti** Palermo.

17 **Delli Ponti** ing. **Alberto,** Napoli, Via S. Liborio, 27.

18 **De Mattei** ing. **Virgilio,** Direttore della Società anonima Fabbrica di calce e cementi di Casale Monferrato.

19 **Fadda** ing. **Stanislao**. Direttore generale delle R. Strade Ferrate Sarde, Roma.

20 **Fera** ing. **Cesare,** Amministratore delegato della Società Siderurgica di Savona.

21 **Ferraris, Dante,** Ingegnere della Ditta Fratelli Diatto per materiale ferroviario ecc, Torino, Stradale Moncalieri, 10.

22 **Fonderia**. Milanese d'acciaio, Milano.

23 **Gabinetto per la resistenza dei materiali** (Direttore prof. ing. Isè) **presso la R. Scuola superiore politecnica in Napoli.**

24 **Giolitti,** prof. dott. **Federico**, presso il Politecnico in Torino.

25 **Giorgis** dott. **Giovanni,** Professore e Direttore del gabinetto di chimica docimastica nella R. Scuola per gli ingegneri in Roma.

26 **Guidi** prof. ing. **Camillo,** Direttore del gabinetto di costruzioni presso il Politecnico in Torino.

27 **Imperatori Luigi,** Ingegnere metallurgista, Milano, Via Leopardi. 7.

28 **Istituto** sperimentale delle ferrovie dello Stato, Roma.

29 **Maganzini** prof. ing. **Italo,** Presidente di sezione al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Roma.

30 **Ministero** dei Lavori Pubblici, Via della Mercede, Roma.

31 **Ministero** della Marina, Roma.

32 **Muggia** ing. **Attilio,** Professore di costruzioni nella R. Scuola d'applicazione per gli ingegneri in Bologna

33 **Nicolis di Robillant,** conte ing. **Stanislao,** Via Maria Vittoria, 17, Torino.

Digitized by Google

34 **Omati** ing. **Antonio**, Direttore dello Stabilimento Ansaldo a Sampierdarena (Genova), Corso Podestà, 2, Genova.

35 **Panetti** ing. **Modesto**, Professore di meccanica applicata nella Ra. Scuola navale superiore di Genova, Via A. Volta 20 b.

36 **Parvopassu** ing. **Carlo**, Assistente di costruzioni nella R. Scuola per gli ingegneri in Roma, Piazza Pilotta 3.

37 **Paternò di Sessa Emanuele**, Senatore del Regno, Professore di applicazioni della Chimica nella R. Università di Roma

38 **Perelli** ing. **Guido**, Direttore della Associazione utenti Caldaie a vapore di Milano, Via Cappuccio 14.

39 **Pesenti Fratelli fu Antonio**, Ditta, Fabbrica di cementi, calci ecc. ad. Alzano Maggiore, (Prov. Bergamo), Società ruinite-Italiana e Fratelli Pesenti.

40 **Pinciroli** ing. **Cherubino**, Assistente nel R. Istituto tecnico superiore in Milano, Via S. Calimero, 15.

41 **Pirelli** ing. **G. B.**, Senatore del Regno, Capo della Casa Pirelli e C. di Milano per l'industria della gomma elastica, Milano, Via Ponte Seveso 21.

42 **Ragno** prof. ing. **Saverio**, della R. Scuola superiore politecnica in Napoli.

43 **Rebuffat** dott. **Orazio**, Professore e direttore del gabinetto di chimica docimastica nella R. Scuola superiore politecnica di Napoli.

44 **Revere** prof. ing. **Giulio**, Assistente nel R. Istituto tecnico superiore di Milano.

45 **Ripa di Meana** ing. conte **Luigi**, Savigliano, (Piemonte).

46 **Salemi-Pace** ing. **Giovanni**, Professore e direttore del gabinetto di Costruzioni nella R. Scuola di Applicazione per gli ingegneri in Palermo, Via Lincoln, 90.

47 **Salmojraghi** ing. **Francesco**, Professore e direttore del gabinetto di geologia applicata ai materiali da costruzione nel R. Istituto tecnico superiore di Milano, Piazza Castello, 17.

48 **Salvadori di Viesenhoff** ing. **Giacomo**, Via dei Mille, 5, Torino.

49 **Salvi** ing. **Cesare**, Ispettore nelle ferrovie di Stato, Foligno.

50 **Sayno** ing. **Antonio**, Professore e direttore del gabinetto di costruzioni nel R. Istituto tecnico superiore di Milano, Via S. Paolo, 21.

51 **Scuola** (Ra.) d'applicazione per gli ingegneri, Padova.

52 **Segrè** ing. **Claudio**. Direttore dell'Istituto sperimentale delle ferrovie dello Stato, Roma.

53 **Società anonima Fabbrica Calci e cementi di Casale Monferrato**.

54 **Società Anonima italiana Antico Ercole & Soci**, Roma.

55 **Società Anonima Cemento Portland dell'Adriatico**, Bergamo.

56 **Tommaselli, Guiseppe**, Genova, Via Palestro, 12 7.

57 **Turchi, Carlo**, Ingegnere industriale, Ferrara, Via Giovecca, 89.

58 **Uzielli** prof. **Gustavo**, Direttore del gabinetto di geologia nella R. Università di Parma.

59 **Verole** ing. **Pietro**, Capo Divisione presso le ferrovie dello Stato, Roma.

60 **Zavanella** ing. **Achille**, Corso Vittorio Emanuele, 47, Mantova.

Digitized by Google

Japon — Japan — Japan.

1 **Tomoso Shinosaki,** Hokkaido Cement Comp., Kamiiso near Hakodate.

Luxembourg — Luxemburg.

1 **Bian, Emile,** directeur des usines de Dommeldange et des Forges d'Eich.
2 **Brasseur, Léon,** ingénieur, Dommeldange.
3 **Collart J. & Ch**, Maîtres de Forges, Steinfort (Luxembourg).
4 **Franck, Leo,** Chef-Chemiker der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- und Hütten-Aktien-Ges. in Differdange.
5 **Grcdt, Paul,** ingénieur, Luxembourg.
6 **Le Gallais, Norbert,** Mâitre de Forges et gérant des Forges d'Eich, Luxembrg.
7 **Les Petits-Fils de François de Wendel à Hayange.**
8 **Société Anonyme d'Ougrée-Marihaye,** Rodange.
9 **Société des Hauts Fourneaux** de Dommeldange.
10 **Société Anonyme des Hauts-Fourneaux** et Aciéries de Rummelange 81. Ingbert, Rumelange.

Digitized by Google

Norwegen.

1 **Auskunftsbureau Norwegens für Handel und Gewerbe,** Kristiania.
2 **Baalsrud, A ,** Abteilungs-Ingenieur der kgl. norweg. Wegebaudirektion, Kristiania.
3 **Bahnabteilung der norweg. Staatsbahnen**, Kristiania.
4 **Bauinspektorat, kgl. norwegisches,** Kristiania.
5 **Bergens Ingenieurwesen,** Bergen.
6 **Boy, G. Conr.**, Direktor der Aktiengesellschaft Christiania Portland-Zementfabrik, Kristiania.
7 **Carlsen O.**, Ingenieur, Direktor der technischen Schule, Bergen.
8 **Kristiania Ingenieurwesen,** Kristiania.
9 **Kristiania techn. Schule,** Kristiania
10 **Doxrud, C.**, Apotheker, Kristiania.
11 **Geniewaffe, Kgl. norweg.**, Kristiania, Akershus.
12 **Geologische Landesuntersuchung, Kgl. norweg.**, Kristiania.
13 **Gunstensen, J. E.**, Ingenieur, Oberlehrer der technischen Lehranstalt, Trondhjem, Nedre Ilen 9.
14 **Hafenbau-Direktorat, Kgl. norweg.**, Kristiania.
15 **Heje, K.**, Abteilungs-Ingenieur der Staatsbahnen, Hallingdal.
16 **Hjorth, Albert**, Ingenieur, Kristiania.
17 **Hjorth, Fr.**, Ingenieur, Direktor, Kristiania.
18 **Ihlen, N. C.**, Ingenieur, Minister der öffentlichen Arbeiten, Kristiania.
19 **Jensen & Dahl, J. & A.**, Myrens mech. Werkstätte, Kristiania.
20 **Jonassen, E.**, Ober-Ingenieur, Kværner Brug, Kristiania.
21 **Karljohansverns Werft**, Horten.
22 **Keim, Axel**, Ingenieur der kgl. norweg. Wegebaudirektion, Kristiania.
23 **Kolderup, E.**, Oberstleutnant der kgl. norweg. Ing.-Brigade, Kristiania.
24 **Leuchtfeuer-Direktorat, Kgl. norweg.**, Kristiania.
25 **Lund, S. A.**, Abteilungs-Ingenieur der Generaldirektion der Staatsbahnen, Kristiania.
26 **Maschinenabteilung der norweg. Staatsbahnen,** Kristiania.
27 **Morris Dr.**, Chefchemiker der Aktiengesellschaft Christiania Portland-Zementfabrik, Kristiania.
28 **Musculus, H.**, Bauunternehmer, Kristiania
29 **Nickelsen, W.**, Stadtingenieur, Hamar.
30 **Norwegiseher Zentralverein für Handwerk u. Industrie,** Kristiania.
31 **Nylands mech. Werstätte,** Aktiengesellschaft, Kristiania.
32 **Saxegaard, M.**, Abteilungs-Ingenieur der Staatsbahnen Hönefos.
33 **Schmelck, L.**, Stadtchemiker, Kristiania.
34 **Simonsen, E.**, Chemiker, Kristiania, Handelsgymnasium.
35 **Skabo**, Wagenbauwerkstätte, Sköien pr. Kristiania.
36 **Telegraphenwesen, Kgl. norweg.**, Kristiania.
37 **Thams & Cie., M.,** Trondhjem.
38 **Trondhjems Ingenieurwesen**, Trondhjem.
39 **Trondhjems technische Lehranstalt**, Trondhjem.
40 **Tönnessen H.**, Abteilungs-Ingenieur der Staatsbahnen, Kristiania.
41 **Vogt, H. L. J.**, Professor d. Metallurgie an der Universität, Kristiania.
42 **Vulkan**, mech. Werkstätte, Kristiania.
43 **Wasserbaudirektorat, Kgl. norweg.**, Kristiania.
44 **Wegebau-Direktorat Kgl. norweg.**, Kristiania.
45 **Wetlesen, Thorvald,** Ingenieur, Kristiania.
46 **Widerberg**, Ing.-Capitain, Kristiania. Akershus.

Digitized by Google

Portugal.

1 **Araujo Rato (A. Th. de)**, fabricant de ciment artificiel à Alhandra. Lisbonne, Rua 24 de Julho, 310.

2 **Associação dos Engenheiros Civis Portuguezes.** Lisbonne, Praça do Commercio.

3 **Baerlein (F.)** Ingénieur. Lisbonne, Rua da Conceição, 35—1º.

4 **Camara, (D. Vasco M. C. da)**, Ingénieur civil. Quinta da Alagoa, Carcavellos, Lisbonne.

5 **Castanheira das Neves, (J. da P.)**, Ingénieur civil, directeur des études et essais des matériaux de construction. Lisbonne Rua do Salitre, 405.

6 **Direcção de estudos e ensaios de materiaes de construcção.** Terreiro do Trigo. Ala sul, Lisbonne.

7 **Guedes de Queiroz (J.)**, ingénieur civil Lisbonne, Campo dos Martyres da Patria, 80.

8 **João Lino de Sousa Galvão Jr.**, Ingénieur civil. Lisbonne, R. de D. Pedro 5º — 109 — 2º.

9 **Juzarte-Caldeira (Carlos Augusto)**, Lieutenant Colonel d'Artillerie. Fabrica d'Armas, Lisbonne.

10 **Leproux (André)**, Dir. général de la Cie R. des chemins de fer Portugais 37, Rua Duque de Palmela, Lisbonne.

11 **Mendes Guerreiro, (J. V.)**, ingénieur inspecteur général, membre du conseil supérieur des travaux publics et des mines. Lisbonne, Calçada do Sacramento, 14.

12 **Oliveira Bello, (M. de)**, ingénieur civil. Lisbonne, rua D. Carlos, 15, 1º.

13 **Pereira de Sousa, (F. L.)**, Capitaine du Génie. Lisbonne, Rua dos Lagares, 32.

14 **Roldan y Pego (Manuel)**, Ingénieur civil des Mines. Lisbonne, R. Rodrigo da Fonseca 18 r/c E.

15 **Salles Ramos da Costa (Francisco de)**, Lieutenant Colonel d'Artillerie, Directeur de la Fonderie de Canons. Travessa do Convento de Jesus 15, Lisbonne.

Digitized by Google

Roumanie — Rumänien — Roumania.

1 **Balaban, Emile,** Inspecteur général, strada Romana No. 118, Bucarest.

2 **Carissi J.,** Ingénieur aux chemins de fer de l'Etat, strada Sculpturei 15, Bucarest.

3 **Capsa, G.,** Ingénieur, Directeur de la fabrique des Basaltes, soseaua Pandurilor, Bucarest.

4 **Ceaicovski E.,** ing. de l'Etat roumain, Bacau Str. Alexandru-cel-bun 4.

5 **Cerchez, Gr.,** Ingénieur en chef, Acien-Directeur général des Postes, Télégraphes et Téléphones, Calea-Victoriei No. 197, Bucarest.

6 **Dragu, Th.,** Inspecteur général, Chef du Service des Ateliers et de la Traction des chemins de fer de l'état Roumain strada Barbu Catargiu No. 5, Bucarest.

7 **Gutzu M. V.,** Ingenieur aux chemins de fer de l'Etat, strada Frumoasa 21, Bucarest.

8 **Marin, Henri,** Inspecteur général, strada Piaţa Amzei, Bucarest

9 **Mayer, A.,** ing.-chem. fabr. de Portl. Ciment, Azuga.

10 **Mironesco, C. M.,** Inspecteur général, directeur de l'Ecole des Ponts et chaussées Calea Griviţa No. 132, Bucarest.

11 **Ottolesco, Sc.,** Inspecteur général, strada Fântânei, Bucarest.

12 **Pfeiffer, Gr, Dr.,** professeur et chef des laboratoires d'essai de l'Ecole des ponts et chaussées.

13 **Radu, E.,** Inspecteur général, Directeur du Service des Ponts et chaussées, strada Popa Chiţu No. 30, Bucarest.

14 **Romnicianu M.,** Inspecteur général. Sous-Directeur général des chemins de fer de l'Etat Roumain, Bucarest.

15 **Saligny, A.,** Inspecteur général, Directeur général des Services hydrauliques strada Occident No. 15, Bucarest.

16 **Şantierul Naval,** Turnu-Severin (Roumanie).

17 **Scoala de Poduri şi Sosele** Calea Griviţei No. 132, Bucarest.

18 **Serviciul de Poduri şi Sosele al M. L. P.,** strada Michai Vodă No. 9, Bucarest.

19 **Wolff E.,** Ingénieur constructeur d'usines de métallurgie, strada Sf. Dumitru 3, Bucarest.

20 **Zanne, J.,** Inspecteur général; strada Solon No. 3, Bucarest.

Digitized by Google

Russie — Rußland — Russia.

1 **Abramoff, N.,** ingénieur des voies de comm., directeur du laboratoire mécanique de l'Institut Polytechnique de Don, Nowotscherkassk.

2 **Académie du génie militaire de l'Empereur Nicolas I.** St.-Pétersbourg.

3 **Adadouroff, N.,** ingénieur, président du conseil du genie au ministère des voies de communication, St.-Pétersbourg, Nadejdinskaya, 31.

4 **Adametzky, V.,** Ingenieur der Eisengießerei Huta-Bankow, Dombrowa.

Administration des chemins de fer de l'Empire, St.-Petersbourg.

Représentant:

5 **Bogouslavsky, N.,** ingénieur.

Administration du chemin de fer de l'Asie Centrale, Askhabad.

Représentants:

6 **Tscharkowsky. A.,** ingénieur du service de la voie.

7 **Tolotschko Z.,** ingénieur du service de la traction.

8 **Administration du chemin de fer de Baskountschak,** st. Akhtouba.

Administration du chemin de fer de Cathérine, Ekathérinoslaw.

Représentants.

9 **Andojsky, D.,** ingénieur en chef de la section technique.

10 **Andréeff, A.,** ingénieur adjoint du service de la voie.

11 **Münzer, A.,** directeur du laboratoire.

Administration du chemin de fer Libau-Romny, Minsk.

Représentants:

12 **Ivanoff, J.,** ingénieur en chef de la section technique du service de la voie.

13 **Efimoff, P.,** ingénieur-technologue de la section technique du service de la traction.

Administration du chemin de fer de Moscou-Brest, Moscou.

Représentants:

14 **Viktoroff, G.,** ingénieur-adjoint du service de la voie.

15 **Pachkowsky, M.,** ingénieur-technologue, ingénieur-adjoint du service de la traction.

16 **Administration des chemins de fer Moscou Koursk et de Nijny Novgorod,** Moscou.

17 **Administration du chemin de fer de l'Empereur Nicolas I,** St.-Pétersbourg.

Administration des chemins de fer du Nord, Moscou.

Représentants:

18 **Bajanoff, L.,** ingénieur-technologue, adjoint du service de la traction.

19 **Nekludoff,** ingénieur du service de la voie.

Administration des chemins de fer de Nord Ouest, St.-Pétersbourg.

Représentants:

20 **Mokriczky, A.,** ingénieur en chef de la section technique du service de la voie.

21 **Stojaroff, J.,** ingénieur technologue, ingénieur du service de la traction.

22 **Tschknavoriantze,** ingénieur chimiste, directeur du Laboratoire.

23 **Administration du chemin de fer de Perm.**

Administration des chemins de fer de Poléssié, Vilna.

Représentant:

24 **Kouzmenko, W.,** ingénieur en chef du service de la voie.

Administration du chemin de fer Riga-Orel, Riga.

Représentant:

25 **Boffemel, A.,** ingénieur des voies de comm.

Digitized by Google

26 **Administration du chemin de fer Samara-Zlatoust,** Samara.
Administration du chemin de fer de la Sibérie, Tomsk.

Représentants:

27 **Ingénieur en chef du service de la traction.**
28 **Ingénieur en chef du service de la voie.**
Administration des chemins de fer du Sud, Kharkow.

Représentants:

29 **Schmidt, W.,** ingénieur en chef du service de la voie.
30 **Skoupewsky, B.,** ingénieur en chef du service de la traction.
Administration des chemins de fer du Sud-Ouest, Kiew.
31 **Pogrébinsky, M.,** ingénieur en chef du service de matériel,
32 **Kich, A.,** ingén. du service de la voie.
33 **Yanouchewsky, P.,** ingénieur du service de la traction.
34 **Administration du chemin de fer Syzran-Wiazma,** Kalouga.
35 **Administration du chemin de fer de Taschkent,** Taschkent.
36 **Administration des chemins de fer de Transbaïkal,** Irkoutsk.
37 **Administration des chemins de fer Transcaucasiens,** Tiflis,
Administration des chemins de fer de la Vistule, Varsovie.

Représentant:

38 **Belelubsky, A.,** ingénieur en chef du service de la voie.
39 **Administ ation des Voies navigables du bassin d'Amour sibérie de l'Est,** Blagowestschensk.
Administration du chemin de fer de l'Est-Chine et d'Oussouri; St. Pétersbourg.

Représentant:

40 **Krouglikoff N.,** ingénieur des voies de comm.; St. Pétersbourg, Italianskaya 33.
41 **Administration du chemin de fer Moscou-Vindau-Rybinsk;** Saint Pétersbourg, Demidow 1.
Administration de chemin de fer Kowel-Vladimir-Volyne; Kowel.

Représentants:

42 **Tschetscheleff C.,** Ingénieur en chef du service de la voie, colonel du corps du génie militaire; Kowel.
43 **Fetting V.;** Ingénieur en chef du service de la Traction, colonel du Corps du génie militaire; Kowel.
44 **Administration des ingénieurs du Corps du génie militaire de Tiflis;** Tiflis, Ingenernaïa.
Administration du chemin de fer Riga-Orel; Riga.

Représentants:

45 **Verkhowsky A.,** ingénieur en chef du service de la Voie;
46 **Vinogradoff G.,** ingénieur en chef des Ateliers de Dwinsk.
47 **Akoronko, T.,** ingénieur des voies de communication, St.-Pétersbourg, Administration du chemin de fer de l'Empereur Nicolas I.
48 **Akscharoumoff. N.,** Ingenieur-Chemiker, Baku, Zementfabrik.
49 **Aktiengesellschaft der Rjäsaner Maschinenfabrik,** Kesselschmiede und Eisengießerei, Rjäsan.
50 **Aktiengesellschaft der Sosnovicer Röhrenwalzwerke und Eisenwerke,** Sosnovice, Petrik Gouv.
Aktiengesellschaft für Beton und andere Bauarbeiten.

Vertreter:

51 **Johannsen, R.,** Ingenieur, Direktor der Gesellschaft, Moskau, Mjasnitzkaja, Haus Ermakoff.
52 **Alphéraky, M.,** Conseiller d'état, Taganrog.
53 **Amberger, G.,** Ingenieur der Eisengießerei Huta-Bankowa, Dombrowa.
54 **Andrieux, J.,** directeur de la Cie Franco-Russe des ciments Portland, Guélendjik près Novorossisk.
55 **Antochine, N.,** ing. technologue et ingénieur des v. de comm., membre du conseil du génie au min. des voies de comm. St.-Pétersbourg, Wass. Ostr., 9 ligne, 42
56 **Astroff, A.,** professeur à l'Ecole Impériale technique supérieure de Moscou, Moscou.
57 **Association professionelle des tanneurs du Nord Est,** Représentant: Mr. Grilichess Dwinsk.
58 **Babaïantze, E.,** ingénieur des mines, St.-Pétersbourg Monetny Dwor.
59 **Bacmeteff, J.,** ingénieur, conducteur des travaux du port commercial de Libau, Libau.
60 **Baldine, A.,** ingénieur, Zaporojié-Kamenskoë.

Digitized by Google

61 **Bary, W.,** conseiller de manufacture, président de la société des usines de Neva et de la société des usines de ciment „Asserine". St.-Pétersbourg, Issaakiewskaya 7.

62 **Baykoff, A.,** professeur à l'Institut Polytechnique à St.-Petersbourg. St.-Petersbourg. Sossnowka.

63 **Belelebusky, A.,** ingénieur en chef du service des voies Varsovie, administration des chemins de fer de la Vistule.

64 **Belelubsky Mme. (Reinberg, M.),** secrétaire technique du laboratoire mécanique a l'institut imperial des ing. des voies de comm., secrétaire de la section russe de l'Association internationale pour l'essai des matériaux, St.-Pétersbourg, Bronnitzkaya. 14 a.

65 **Belelubsky, N., Dr.**-ingén., professeur émérite, vice-président de l'Association internationale pour l'essai des matériaux, membre du conseil du génie au ministère des voies de comm., directeur du laboratoire méc. à l'institut Impérial des ing. des voies de comm., St -Pétersbourg, Bronnitzkaya, 14 a.

66 **Beliaéff N.,** ingénieur-technologue ; St. Petersbourg, Usine de Poutilow.

67 **Belzetsky S.,** ingénieur, professeur; St. Pétersbourg, Basseinaya 1

68 **Berloff, M.,** Ingenieur-Technolog, Professor am Rigaschen Polytechnischen Institute, Riga.

69 **Blaese, O. von,** Chemiker, Zementfabrik Port-Kunda, Station Wesenberg der Baltischen Eisenbahn.

70 **Bobarykoff,** professeur à l'Institut Technologique de Tomsk, Tomsk.

71 **Bobrowsky, S.,** lieutenant-colonel du corps du génie militaire, St.-Pétersbourg, perspective de Souvoroff. 15.

72 **Bobylew, D.,** Professor der Universität, St. Petersburg, Universität.

73 **Bogdanoff, N.,** ingénieur civil adjoint au laboratoire mécanique de l'institut impérial des ing. des voies de comm., St.-Petersbourg. Wass. Ostr. 4me ligne 47, log. 5.

74 **Bogouslawky, N.,** ingénieur des voies de comm., conseiller d'Etat actuel, St.-Pétersbourg. Razjezjaya. 11.

75 **Botscharoff, P.,** Miassnitzky proesd 2, Moscou.

76 **Boudzinsky, S.,** lieutenant-général du corps du génie militaire St -Pétersbourg, rue des Officiers, 51.

77 **Börner A.,** technischer Direktor der Zementfabrik „Almase"; Bakhtschissaraï, Krim.

78 **Brandt, A.,** directeur de l'institut des ingénieurs des voies de communication, professeur, Saint-Pétersbourg, Zabalkansky, 9.

79 **Braumann,** Representant der Firma „Siderosten", Warschau. Krulewska 27.

80 **Bührig, H., Dr.,** chimiste, directeur technique de l'usine de ciment Port - Kounda, Wesenberg, ligne Baltique du chemie de fer de Sud-Oust.

81 **Bureau central des forges russes,** St.-Pétersbourg, Potschtamskaya, 13.

82 **Bureau des chimistes Ouraliens,** Ekaterimbourg. Laboratoire d'Etat.

Bureau de congrès des techniciens et fabricants russes de ciment, St.-Pétersbourg, Zabalkansky, 9, laboratoire mécanique.

Représentants:

83 **Belelubsky, N.,** prof., Président du bureau.

84 **Suzor, P.,** comte, vice-président.

85 **Bogdanoff, N.,** ingénieur, secrétaire.

Bureau de construction du pont route sur la Vistule, Varsovie.

Représentant:

86 **Marschewsky, M.,** ing., chef des travaux.

87 **Chechmintzeff, L.,** ingénieur-mécanicien, Diatkowo, gouvernement Orel.

88 **Chtchoukine,** professeur à l'institut technologique de St.-Pétersbourg, membre du conseil du génie au ministère des voies de comm., St.-Pétersbourg, Zabalkansky, 18.

89 **Cieschkowsky,** Ingenieur der Eisengießerei Huta-Bankowa, Dombrowa,

90 **Ciszewsky, J.,** ingénieur des voies de comm., St.-Pétersbourg Moika, 40. Adm. du ch. de fer Riazan-Oural.

Comité géologique, St.-Pétersbourg, 4me ligne, Wass. Ostr. 15.

Représentant:

91 **Karpinsky, A.,** professeur émérite Président d'honneur du Comité

Digitized by Google

Comptoir Demidoff, (héritiers du prince Demidoff San Donato), St.-Pétersbourg, Wass. Ostr., 4me ligne 61.

Représentant:

92 **Toncoff, N.,** ingénieur des mines.

93 **Conseil des Congrès des Usines metallurgiques des rayons du Nord et de la Baltique.** St.-Pétersburg.

94 **Czarnomsky, W.,** ingénieur des voies de comm., St.-Pétersbourg, Kirotschnaya, 32—34.

95 **Danilewsky, N. de.,** ing. technologue, ancien directeur général des usines Poutilow, St.-Pétersbourg Fourstadtskaya, 36.

96 **Depp S.,** colonel du corps du génie militaire, St.-Pétersbourg, Morskaya, 17.

97 **Dolgow V.,** ingénieur-technologue; Kharkow, Institut technologique.

98 **Doubiaga, K.,** ingénieur des voies de comm., adjoint au Laboratoire mécanique à l'Institut polytechnique de St.-Pétersbourg, Saint-Pétersbourg, Sosnowka.

99 **Drouginine, S.,** ingénieur, professeur à l'institut Polytechnique, Saint-Pétersbourg, Institut Polytechnique, Sosnowka.

100 **Eiger, J.,** ingénieur, Varsovie, rue Foksal 15.

101 **Ezeleff, G.,** ing. technologue, Saint-Pétersbourg, 4 Rote 7, log. 8.

102 **Ewald, V.,** ingénieur civil, St.-Pétersbourg, Institut impérial des ingénieurs civils.

Firma „Gustav List".

Vertreter:

103 **List, V.,** Ingenieur-Mech., Moskau, Sophiaquai.

104 **Foigt, A.,** directeur de la société métallurgique des Usines Poutiloff, St. Petersbourg, Panteleimonskaïa 14.

105 **Gagarine, A.,** prince ancien directeur de l'Institut polytechnique impérial, St.-Petersbourg, Fourstadtskaya, 1.

Gesellschaft der Rigaer Zementfabrik und Ölmühle C. Ch. Schmidt, Riga.

Représentant:

106 **Wilde,** Direktor.

107 **Gesellschaft für Zementfabrikation am Schwarzen Meere,** Noworossisk.

108 **Girard de Soucanton E., Baron,** Besitzer der Zementfabrik Port-Kounda, St. Wesenberg. Baltische Eisenbahn.

109 **Gololoboff, M.,** ingénieur-technologue, St.-Pétersbourg, Cholkow per., 7.

110 **Goguel, Th.,** ingénieur, Biejetza, gouv. Orel.

111 **Graftio, H.,** ingénieur des voies de communication, St.-Pétersbourg, Kamennoostrowsky. 24

112 **Grooten Max.,** Ingenieur-Technolog, St.-Pétersbourg, Italianskaya, 11.

113 **Grouchetsky N.,** ingénieur, St.-Pétersbourg, rue P. Woulfowa, 13.

114 **Guédéonoff, M.,** colonel du génie militaire. Kiew, Arsenal Impérial.

115 **Guétmanoff, A.,** propiétaire des carrières Koutschuk-Sarai, Yalta (Crimée).

116 **Haller v. Ch.,** général-major du génie militaire, Batoume.

117 **Herberts, B.,** directeur général de la société métallurgique de Jurjevsk, St.-Pétersbourg, Kronwersky, 79.

118 **Hirschson, H.,** Direktor der Gesellschaft „Eisenbeton", St.-Pétersbourg, Sapernoï 23.

119 **Hoffmann, N.,** ingénieur des voies de communication, membre du conseil du génie, St.-Pétersbourg, Zwenigorodskaya 14.

120 **Institut des Ingénieurs civils** Représentant: prof. **W. Ewald.**

121 **Institut des Ingénieurs des voies de communication de l'Empereur Alexandre I.** Représentant: prof. **A. Brandt,** directeur de l'Institut.

122 **Jelislawsky, J.,** président de l'administration de la fabrique de ciment „Firley", Lublin.

123 **Jitkewitsch, N.,** colonel du corps du génie militaire, S.-Pétersbourg, canal de Cathérine. 64.

124 **Jodello, Fr.,** Ingenieur-Technolog. Kiew. Polytechnisches Institut.

125 **Joukowsky, S.,** ingenieur des mines, St.-Pétersbourg. Gorokhowaya, 62.

126 **Justus, L.,** ingenieur des voies de communication, Nicolaieff.

127 **Kalinnikoff, J.,** ingen.-méc., Moscou, Ecole Impériale technique. Laboratoire mécanique.

128 **Kamiensky, G.,** ingénieur, Varsovie.

129 **Kannegiesser, J.,** ingénieur des voies de communication, St.-Pétersbourg. Sapernoy. 10.

Digitized by Google

130 **Kareischa, S.**, professeur è l'institut impérial des ingénieurs des voies de communication, St.-Pétersbourg, Zagorodny, 70.

131 **Karelskich, K.**, Ingenieur, Mechaniker, Moskau.

132 **Khitrowo, N.**, ingénieur-technologue, St.-Petersbourg, Schpalernaïa. 56.

133 **Khozro-Gadjar**, prince ingénieur des voies de communication, inspecteur, Sossnowice.

134 **Klemm, v., O.**, ingénieur de voies de comm., St.-Pétersbourg, Ismaïlowsky 7.

135 **Kogan, S.**, cand. de comm. à l'Ecole polytechnique à Riga Moscou, Gr. Loubianka, 14.

136 **Konoptschinsky, A.**, ingénieur des voes de comm., St.-Petersbourg.

137 **Konossewitsch, F.**, ingénieur des voies de comm., St.-Pétersbourg, Zabalkansky 9, Laboratoire Mécanique.

138 **Korobkoff, M.**, général-major du génie milit., St.-Pétersbourg, Woskressensky 7.

139 **Korssakewitsch, N.**, général-major du génie militaire, membre du Comité technique de la marine Impériale, St.-Pétersbourg.

140 **Kouharsky V.**, colonel du Corps du génie militaire; Kronstadt, Yakorny Dwor.

141 **Kouperstein, B.**, ingénieur, Brest-Litowsk, Gouv. Grodno.

142 **Kriloff, A**, inspecteur général des contructions navales. St.-Pétersbourg, Zwerinskaya, 6—8.

143 **Kriloff J.**, colonel du Corps du génie militaire, Toula.

144 **Kroupsky, A.**, professeur de l'Institut technologique à St.-Pétersbourg, St.-Pétersbourg. Bronnitzkaya 22.

Laboratoire du chemin de fer Libau-Romny, Minsk.

Représentant:

145 **Knappe.** ing., Directeur du Laboratoire.

Laboratoire chimique à l'Institut Impérial des ingénieurs des voies de communication, St.-Pétersbourg, Zabalkansky, 9.

Représentant:

146 **Sapojnikoff, A.**, professeur, directeur du laboratoire.

Laboratoire Mécanique à l'Institut Impérial des ingénieurs des voies de communications, St.-Pétersbourg, Zabalkansky, 9.

Représentants:

147 **Belelubsky, N.**, professeur, directeur, du laboratoire.

148 **Bogdanoff, N.**, ingénieur civil.

149 **Nowgorodsky, D.**, ingénieur.

Laboratoire Mécanique de la Varsovie.

Représentant:

150 **Moscicky**, ingénieur, Varsovie, Dobra 27.

151 **Laboratoire mécanique de l'Arsenal Impérial de St.-Pétersbourg.** St.-Pétersbourg.

Laboratoire Mécanique à l'Institut Polytechnique de Don, Nowotscherkassk.

Représentant:

152 **Abramoff, N.**, directeur du laboratoire.

153 **Laboratoire Mécanique à l'Institut Polytechnique de Kiew**, Kiew.

Laboratoire mécanique à l'Ecole des Beaux-Arts, Moscou, Miassnitzkaya.

Représentant:

154 **Lachtine, N.**, directeur du Laboratoire.

Laboratoire mécanique à l'Ecole Impériale des ingénieurs des voies de communication. Moscou Bacmetiewskaya.

Représentant:

155 **Proscouriakoff**, prof., directeur du laboratoire.

156 **Lamine, N.**, prof. adjoint à l'institut des ing. des vois de comm., St.-Pétersbourg, Fontanka, 128.

157 **Landau, J.**, ingénieur de la société de Batignolles, St.-Pétersbourg. Fontanka 4.

158 **Lata**, ingénieur des voies de comm., Kharkow, direction des travaux du chemin de fer du Nord-Donetz.

159 **Lebedinsky, A.**, ingénieur, membre de conseil du génie au ministère des voies de communication, St.-Pétersbourg, 2 Rojdestwenskaïa, 10.

160 **Lewinson-Lessing, E.**, Professor an dem Polytechnischen Institut in St.-Pétersbourg, Sossnovka.

Digitized by Google

161 **Lewschine A.,** ingénieur des voies de comm.; ch. de fer Samara Zlatvoust, station Abdoulino.

162 **Lieven, O.,** Dr., directeur technique de l'usine de ciment, Noworossisk.

163 **Lieven, V.,** chimiste, directeur de la société de l'usine de ciment Noworossisk, Riga.

164 **Likhatscheff, P.,** colonel du corps de génie militaire, St.-Pétersbourg, quai Mitninskaya, 5-2.

165 **Liphart, E.,** directeur de la société de ciment „E. Liphart et Co.", Moscou, Miassnitzkaya, 59.

166 **Loesch, W. von,** Chemiker, Direktor der Cementfabrik „Asserine", Station „Sonda" der Nord-West-Eisenb. Cementfabrik.

167 **Loleit, A.,** Bauleiter der Aktiengesellschaft für Beton- und andere Bauarbeiten, Moskau, Ochowskaya 6.

168 **Malkine, R.,** St.-Pétersbourg, Gr. Pouchkarskaya, 58b.

169 **Maluga, J.,** général-major, professeur à l'Académie du génie militaire, St.-Pétersbourg, Newsky, 182.

Materialprüfungsstation des Polytechnischen Institutes Kaisers Nikolaus II., in Warschau.

Représentent:

170 **V. Meyer,** Ingenieur-Technolog, Warschau.

171 **Mauve L.,** Besitzer der Portland-Cementfabrik „Klucze", Sielce bei Sossnowitz, Warschau - Wiener Eisenbahn.

172 **Maximowitsch, N.,** ingénieur des voies de communication, St.-Pétersbourg, Wladimirskaya, 19.

173 **Menchouthine, B.,** assistant au Laboratoire chimique de l'Ecole Polytechnique à St.-Pétersbourg.

174 **Meyer, V.,** Ingenieur an dem kaiserlichen Polytechnikum, Warschau.

175 **Michalowsky, O.,** ingénieur; Moscou.

176 **Mischke,** ingénieur, Varsovie, Jouravlinaya, 16.

177 **Mieschkoff, A.,** ingénieur des voies de comm., Varsovie, gare du chemin de fer de Terespol.

178 **Mitinsky, N.,** Ingenieur-Professor am kaiserlichen Elektrotechnischen und am Wegbau- und Civil-Ingenieur Institut, St. Petersburg.

179 **Mirkowitsch, A.,** ingénieur des voies de comm., St.-Pétersbourg, Raziesjaya 8.

180 **Modestow N.,** ingénieur; St. Pétersbourg, Pouschkinskaya, 10.

181 **Moskauer Aktiengesellschaft für Fabrikation von Cement und anderen Baumaterialien;** Moskau.

182 **Nekrassow, W.,** ingénieur diplomé, St.-Pétersbourg, Demidoff per., 1.

183 **Olguine, P.,** ingénieur, adjoint au laboratoire mécanique de l'Ecole Imperiale des ingénieurs a Moscou; Bakhmetewskaya.

184 **Olschewky, S.,** ingénieur des voies de communication, St.-Pétersbourg, Zabalkansky, 20.

185 **Pastoukoff, D.,** Rostow s. Don.

186 **Perard,** Direktor der Eisenhütte der Donetzgesellschaft in Drouchkowka, Südeisenbahnen.

187 **Perraudin, Th.,** Ober-Ingenieur der Eisengießerei Huta - Bankowa, Station Dombrowa, Warschau-Wiener Eisenbahn.

188 **Perrimonde,** ingénieur civil, St.-Pétersbourg, Institut des Forrestiers.

189 **Person, B.,** ing. diplomé, ing. des voies de comm., St.-Pétersbourg, 2 Rojdestwenskaya, 5.

190 **Petroff, N.,** membre du Conseil de l'Etat, membre honoraire du Conseil du ministère des voies de comm., ingénieur-général du génie militaire, St.-Pétersbourg, Zagorodny, 70.

191 **Philippeo, M.,** Ingenieur, Hafenbauingenieur, Bakou.

192 **Philossophoff, P.,** Ingenieur-Technolog, St. Petersburg, Plutalowa-Straße, 12.

193 **Piwkowsky, Th.,** ingénieur et chef de section des ponts et chaussées, Radom, station du chemin de fer de Vistule.

194 **Pogrébinsky, M.,** ingénieur, Kiew, Administration des chemins de fer du Sud-Ouest.

195 **Pokrowsky, S.,** ingénieur civil, St.-Petersbourg, Podolskaya 42.

196 **Polytechnisches Institut** zu Kiew.-Repres.: Prof. **Dementjeff.**

Portlandzement-Fabrik „Klucze", Gouvernement Kielze, Kreis Olkusch, Poststation Olkusz.

Représentant:

197 **Jelislavsky,** directeur de l'usine.

Digitized by Google

198 **Proscouriakoff, L.**, ingénieur, professeur à l'école impériale des ingenieurs. Moscou, per. Baemetewsky 15.

199 **Rachewsky, P.**, ingénieur des voies de comm., Moscou, Twerskaya. 40.

200 **Redko, A.,** Directeur de la Monnaie de St.-Petersbourg, ingénieur des mines, St.-Petersbourg.

201 **Reichmann, S.**, ingénieur Moscou, Marosseika, per Kosmedémiansky, Maison Tschernoff.

202 **Rigasches Polytechnisches Institut,** Riga Thronfolgerboulevard, 19.

203 **Ringel E.**, Direktor der Zement- und Kalkwerke Liphart, Station Schtschurowo, Moskau - Kasan-Eisenbahn.

204 **Rosanoff, P.**, professeur à l'Ecole technique imperiale à Moscou, Moscou.

Russischer kaiserlicher Architekten-Verein, St. Petersburg Moika 83.

Représentant:

205 **Graf von Suzor.**

206 **Rutzky & Cie., K.**, Gesellschaft der Maschinenfabrik und Eisengießerei, Warschau, Fabritschnaïa 3.

207 **Sakharoff, P.**, capitaine, adjoint à l'Académie du génie militaire. St.-Petersbourg Academie.

208 **Salkind, A.**, ingenieur des voies de comm., St. - Pétersbourg, Newsky, 111.

209 **Saloff, B.**, ingénieur. membre du Conseil de l'Etat membre honoraire du Conseil du genie au ministère des voies de communication, conseiller privé actuel St.-Petersbourg, Nadejdinskaia 3.

210 **Savrimowitsch J.**, colonel du Corps du génie militaire; Kronstadt, Nicolaewskaya, 51.

211 **Schilling, Th.**, Chefchemiker der Moskauer Aktiengesellschaft für Fabrikation von Zement, Podolsk (gouv. Moscou).

212 **Schmelling L.**, ingénieur civil, St.-Pétersbourg, rue des Offiziers, 36.

Schule für feuerfestes Bauwesen, Nowgorod.

Représentant:

213 **Skatschkoff**, Direktor.

214 **Schwarz, E.**, candidat chimiste, fabrique de ciments, Noworossisk.

215 **Service du contrôle et de la reception des commandes du Ministère des voies de communic.,** St.-Pétersbourg, 4 Rotte, 14.

216 **Schafranko C.,** ingénieur pour l'essai des matériaux, St.-Pétersbourg, Usine Poutiloff.

217 **Sigriste,** ingénieur en chef de la section technique des chemins de de fer de Polessié; Vilna.

218 **Sissoeff, S.**, ingénieur des voies de comm., St.-Pétersbourg, Serpoukhowskaya, 3.

219 **Société russe des Usines de construction de machines Hartmann.**

220 **Société des usines de Maltzeff,** Diatkowo, gouv. Orel.

221 **Société de l'usine métallique de Moscou,** Moscou.

222 **Société des usines Franco-Russes,** St.-Pétersbourg Priajka 17.

223 **Société des ingénieurs civils,** St.-Pétersbourg. Serpouchowskaïa 10.

224 **Sokoloff, N.,** représentant du comptoir „Wogau & Co.", St.-Petersbourg, Galernaïa, 11.

225 **Solodownikow P.,** Ingénieur-Technolog, Assistent a. d. Materialprüfungsanstalt am Polytechnikum zu Nowotscherkassk, Nowotscherkassk.

226 **Solovieff, G.,** ingén., prof. à l'institut imperial des ing. civils St.-Pétersbourg, 1ère Rotta, m. 8.

227 **Spahn, E.,** Ingénieur, Repräsentant der Firma W. Braun. Nachfolger K. Spahn, St.-Petersburg Kl. Konüschennaya.

228 **Sserebrowsky, W.**, Professor, Ingenieur, Vorsteher des Mechanischen Laboratoriums des Kaiser Alexander III. technologischen Instituts. Kharkow.

229 **Stecewicz, J.**, ingen. des voies de communication: St.-Pétersbourg, 5, Rojdestwenskaya, 16.

St. Petersburger Polytechnischer Verein, St.-Petersburg, Demidoff, 1.

Représentant:

230 **Krusenstern,** Ingenieur.

231 **Stolaroff, J.,** Ingénieur technologue, assistant de l'Institut technologique de Kharkow. Kharkow.

Digitized by Google

232 **Stoulguinsky, W.,** ingénieur des voies de comm., directeur du chemin de fer de Cathérine. Ekathérinoslaw.
233 **Strauß, A.,** Bergingenieur, Kiew, Kriepostnoy, 4.
234 **Suzor, P. de,** comte, académicien, St.-Pétersbourg, ligne des Cadets, 21.
235 **Svieréline, M.,** ingénieur des voies de comm., Koungour, gouv. Perm.
236 **Szczeniowsky, S.,** ingénieur, chef du laboraroire mécanique de la ville de Varsovie, Varsovie, Dobra 42.
237 **Taguéeff, G.,** ingénieur des voies de comm., St.-Pétersbourg, Zabalkansky 9, laboratoire mécanique.
238 **Tichanoff, J.,** ingénieur technologue, Ekaterinoslaw, usine de Briansk.
239 **Tolmatscheff. M.,** Chemiker, Wolsk, Gouvernement Saratow.
240 **Tourzewitsch, J.,** ingénieur, directeur du chemin de fer de Empereur Nicolas I., St.-Pétersbourg.
241 **Tschapliguine, W.,** chef des voies de communication de l'arrondissement de Moscou, Moscou, Tschisti Proudi.
242 **Tcheng-Hang,** ingénieur, Paris 104, Boulevard Jordan.
243 **Trenüchine V.,** ingénieur des voies de comm.; St.-Pétersbourg, Hôtel du Nord.
244 **Tschernoff, D.,** professeur, conseiller d'Etat actuel. St. - Pétersbourg, Pessotschnaya, 25.
245 **Usine de ciment „Alliance"**, Rostow s. Don.
Usine de ciment „Asserine", station Sonda, chemin de fer de Nord-Ouest.

Représentant:
246 **Loesch, W. v.,** directeur de l'usine.
247 **Usine de ciment de Seifert,** Volsk s. Volga.
248 **Vakhowsky, S.,** ingénieur-technologue, St. Pétersbourg, Fontanka 58.
249 **Wassiutinsky,** Ingenieur der Huta Bankowa. Station Dombrowa der Warschau-Wiener Eisenbahn.
250 **Wélicanoff, M.,** ingénieur, Krattnoyarsk, Sibérie.
251 **Wélikhoff, P.,** ingénieur, Moscou, Ecole impériale des ingénieurs des voies de communication.
252 **Welitschko, M.,** ingénieur-technologue, St.-Pétersbourg, 4 Rote 5.
253 **Weriga, A.,** metallurgiste en chef de l'usine Poutiloff, St.-Pétersbourg.
254 **Wigoura, V.,** ingénieur de la Direction des chemins de fer en constructions, St. - Pétersbourg, 2 rotte 10.
255 **Wolkoff, W.,** ingénieur, des voies de comm., St.-Pétersburg, Zerkownaya, 23.
256 **Worobieff,** inspecteur des chaudières, ingénieur; Nijni-Nowgorod.
257 **Woropaeff, M.,** ingénieur, adjoint à l'Institut Polytechnique de Kiew. Kiew.
258 **Zdziarsky, A.,** ingénieur des voies de comm., St.-Pétersbourg, Fontanka, 116.
259 **Zelm, J.,** Ingenieur-Chemiker, Riga, Zementfabrik.
260 **Zernoff, D.,** professeur à l'Institut technologique, St.-Pétersbourg.
261 **Zwolinsky, N.,** Direktor der Donetz-Gesellschaft der Eisenhütte in Drouschkowka, St. Petersburg, Theatralny Platz 16.

Finlande — Finland — Finland.

1 **Aartowaara, G. A.,** Ingenieur, Kuopio.
2 **Ahonen, A.,** Generaldirektor der Finländischen Staatseisenbahnen, Helsingfors, Hagasundsgatan 6.
3 **Castrén, Jalmar,** Ingenieur, Lehrer an der Technischen Hochschule, Helsingfors.
4 **Engström, C. A.,** Disponent der Schiffsdocke, Helsingfors.
5 **Frosterus, Th.,** Adjoint des Bahndirektors bei den Staatseisenbahnen, Helsingfors.
6 **Granfelt, A.,** Bahndirektor der Staatseisenbahnen, Helsingfors, Hagasundsgatan 6.
7 **Grunér, A.,** Ingenieur, Helsingfors.
8 **Haartman, Berndt von,** Ingenieur, Uleåborg.

Digitized by Google

9 **Jernvägsstyrelsen i Finland** (Die Verwaltung der Staatseisenbahnen in Finnland), Helsingfors.
10 **Julin, Lindsay von**, Disponent, Fiskars.
11 **Lilius, Hugo**, Ingenieur, Helsingfors.
12 **Lindberg, Karl**, Ingenieur, Helsingfors.
13 **Lisitzin, G.**, Bergingenieur, Wiborg, Alexandersgatan 11.
14 **Lönnrot, O.**, Ingenieur, Helsingfors.
15 **Nyberg, O. F.**, Oberingen., Helsingfors.
16 **Nyström, G.**, Professor, Helsingfors.
17 **Orrmann, O. A.**, Ing., Helsingfors.
18 **Öfverstyrelsen för Väg- och Vatten-Byggnaderna**, (Die Oberverwaltung der Wege- und Wasserbauten), Helsingfors.
19 **Örnhjelm**, Ingenieur, Helsingfors.
20 **Pohjanpalo, S.**, Ingenieur, Helsingfors.
21 **Qvist, E.**, Staatsrat, Helsingfors.
22 **Rejman, K. O.**, Ingenieur, Helsingfors.
23 **Roschier, R.**, Adjoint des Bahndirektors, St. Petersburg.
24 **Saraoja**, Ingenieur, Helsingfors.
25 **Simberg, Paul**, Ingenieur, Helsingfors.
26 **Söderman, Karl**, Ingenieur und Disponent der Maschinen- u. Brückenbau-Gesellschaft, Helsingfors.
27 **Stier, K. K.** Ingenieur, Helsingfors.
28 **Tallgren**, Ingenieur, Wiborg.
„Teknikern", Zeitschrift, Helsingfors.
Vertreter:
29 **Holmberg, C. E.**, Professor.
30 **Technische Hochschule**, Helsingfors.
31 **Tekniska Föreningen**, Helsingfors.
32 **Tschepurnoff**, Generaldirektor, Helsingfors.
33 **Wessberg, K. R.**, Ing., Helsingfors.

Serbie — Serbien — Servia.

1 **Kleritsch**, Staatsrat i. P., Belgrad.
2 **Milašinovič, M.**, Vize-Direktor der kgl. serbischen Staatseisenbahnen i. P., Belgrad.
3 **Todorowitsch. W.**, Universitätsprofessor, Belgrad.

Digitized by Google

Suède — Schweden — Sweden.

1 **Akerman R.**, Generaldirektör, Djurgarden, Stockholm.

2 **Allmänna Svenska Elektriska, A. B.**, Vesteras.

3 **Alpha, A. B.**, Smalandsgatan 30, Stockholm.

4 **Andersson, E.**, Lektor, Tekniska Högskolan, Stockholm.

5 **Arcus**, Cement- o. Betonbyggnadsbolaget, Smalandsgatan 17, Stockholm.

6 **Bergendal, T.**, Disponent, Avesta.

7 **Bergsunds Mek. Verkstads Aktiebolag**, Stockholm.

8 **Björneborgs Jernverks Aktiebolag**, Björneborg, Wermland.

9 **Blume, G. A.**, Ingeniör, Vesterås.

10 **Bofors-Gullspang, A. B.**, Bofors.

11 **Bolin, K.**, Ingeniör, Falun.

12 **Braune, Hj.**, Ingeniör, K. Tekn. Högskolans Materialprofningsanstalt, Stockholm.

13 **Brinell, J. A.**, Öfveringeniör, Jernkontoret, Stockholm.

14 **Böck, N. S.** son, Ingeniör, Karlavägen 26, Stockholm.

15 **Cronquist, G. W.**, Ingeniör, Hyllingen grufva.

16 **Dillner, G**, Bergsingeniör, Avesta Jernverk, Avesta.

17 **Diesels Motorer, A. B.**, Stockholr 1.

18 **Enblom, G.**, Major, Odengatan 67, Stockholm.

19 **Enström, A.**, Civilingeniör, Elektriska Pröfningsanstalten, Stockholm.

20 **Fagersta Jernverks Aktiebolag**, Fagersta.

21 **Forssell, C.**, Civilingeniör, A. B., Vattenbyggnadsbyran, Stockholm.

22 **Fraenell, C.**, Civilingeniör, Kungl. Järnvägsstyrelsen, Stockholm.

23 **Fränckel, E.**, Generalkonsul, Drottninggatan 86. Stockholm.

24 **Gröndahl, Gust**, Dr., Ingeniör, Djursholm.

25 **Hallgren, J. O.**, Öfveringeniör, Skånska Cement A. B, Limhamn.

26 **Hansen, F.**, Öfverste, Arsenalsgatan 2, Stockholm.

27 **Heidenstam, G.**, von, Ingeniör, K. Järnvägsstyrelsen, Stockholm.

28 **Herlenius, Aug.**, Disponent, Storfors.

29 **Hofors Aktiebolag**, Hofors.

30 **Häger, C.**, Yrkesinspektör, Jönköping.

31 **Jernkontoret**, Stockholm.

32 **Johansson, Arvid**, Ingeniör, Sandvikens Jernverks A. B., Sandviken.

33 **K. Tekn. Högskolans Materialprofningsanstalt**, Stockholm.

34 **Kjellberg, J. C. son.**, Bankdirektör, Skandinaviska Kredit A. B., Stockholm.

35 **Kjellin, F. A.**, Dr., Ingeniör, Sturegatan 56, Stockholm.

36 **Kjellström, O.**, Direktör, A. B. Skanska Cementgjuteriet, Stockholm.

37 **Kreuger, Ivar**, Ingeniör, Vasagatan 15 und 17, Stockholm.

38 **Lamm, F. H.**, Ingeniör, Göteberg.

39 **Larson, A.**, Direktör, Liljeholmens Stearinfabrik, Stockholm.

40 **Laval, G. de**, Dr. Ingeniör, Rosenbad 2, Stockholm.

41 **Lindberg, L. U.**, Direktör, Kohlswa.

4 **Lindmark, T.**, Ingeniör, A. B. Angturbin, Järla.

43 **Lindström, S.**, Ingeniör, Göteborg.

44 **Linton, Otto**, Byraingeniör vid Statens Järnvägar, Stockholm.

45 **Nobel, L.**, Ingeniör, Djursholm.

46 **Nydqvist, H.**, Ingeniör, Trollhättan.

47 **Robson, T.**, Disponent, Bredsjö.

48 **Roos af Hjelmsäter, J. O.**, Ingeniör, K. Tekn. Högskolans Materialprofningsanstalt, Stockholm.

Digitized by Google

49 **Rooth, T.**, Ingeniör, Surahammar.
50 **Sandvikens Jernverks A. B.**, Sandviken.
51 **Scharengrad, W de**, Ingeniör. Lomma.
52 **Sjöholm, A.**, Ingeniör, Lesjöfors.
53 **Stockholms Stads Byggnadskontor**, Stockholm.
54 **Svedberg, I.**, Öfveringenieur, Höganäs-Billesholms A. B., Höganäs.
55 **Svenska Teknologföreningen**, Jakobsgatan 19, Stockholm.
56 **Uddeholms Aktebolag**, Uddeholm.
57 **Wahlberg, A.**, Direktör, Fagersta.
58 **Walhberg, G.**, Kapten, Bofors.
59 **Widell, A.**, Öfveringenieur, Mellersta & Norra Sveriges Angpanneförening. Stockholm.
60 **Wijkander, A.**, Professor, Göteborg.
61 **Ward, A.**, Ingeniör, Odengatan 39, Stockholm.

Digitized by Google

Suisse — Schweiz — Switzerland.

1 **Abt, R.**, Ingenieur, Luzern.
2 **Aktiengesellschaft der Maschinenfabrik von Theodor Bell & Cie.**, Kriens.
3 **Aktiengesellschaft Brown, Boweri & Cie.**, Baden.
4 **Aktiengesellschaft Alb. Buss & Co.**, Gesellschaft f. Eisenkonstruktionen, Wasser- und Eisenbahnbau, Basel.
5 **Aktiengesellschaft der Maschinenfabriken von Escher, Wyss & Co.**, Zürich.
6 **Aktiengesellschaft der Eisen- und Stahlwerke von Georg Fischer**, Schaffhausen.
7 **Aktiengesellschaft der v. Moos'schen Eisenwerke**, Luzern.
8 **Amsler-Laffon, J. & Sohn**, Maschinenfabrik, Schaffhausen.

Vertreter:

Amsler, Dr. A.
9 **Bergwerksverwaltung Käpfnach**, (Zürich).
10 **Brosi, U.**, a. Oberförster, Luterbach.
11 **Direktion der eidg. Bauten**, Bern.

Vertreter:

Flückiger, A., Direktor.
12 **Direktion der Rhätischen Bahnen**, Chur.
13 **Direktion des Technikums Winterthur.**
14 **Dommer, A.**, ingénieur, professeur à l'Université, Lausanne.
15 **Du Pasquier, Louis**, Directeur de la Société des Usines de Grandchamp et de Roche à Grandchamp près Veytaux.
16 **Egloff, J.**, Ober-Ingenieur der Schweiz. Bundesbahnen, Kreis IV, St. Gallen.
17 **Eidg. Artillerie-Versuchsstation**, Thun.

Vertreter:

Roth, A., Oberst.
18 **Eidg. Geniebureau**, Bern.
19—21 **Eidg. Materialprüfungsanstalt am eidg. Polytechnikum**, Zürich, Leonhardstraße 27.

Vertreter:

Schüle, F., Professor am eidg. Polytechnikum, Direktor der Materialprüfungs-Anstalt, Zürich.
Zschokke, B., Adjunkt des Direktors d. Materialprüfungs-Anstalt, Zürich.
Brunner, Ed., Abt.-Vorsteher für die mech.-techn. Arbeiten der Materialprüfungs-Anstalt, Zürich.
22 **Eidg. Munitionskontrolle**, Thun.

Vertreter:

Ziegler, Hch., Hauptmann, Chef.
23 **Eidg. Oberbauinspektorat**, Bern.
24—27 **Eidg. Polytechnikum**, Zürich.
4 Vertreter.
28 **Eisenwerk-Aktiengesellschaft Boßhard & Co.**, Näfels.
29 **Elskes, E.**, Ingénieur, Directeur de la Fabrique suisse de ciment portland St. Sulpice (Neuchâtel).
30 **Feer, M.**, Portlandzement-Fabrikant, Frauenfeld.
31 **Frey, Rudolf**, Direktor der Cementkalkfabrik R. Vigier, A.-G., Luterbach bei Solothurn.
32 **Gebr. Gresly, Martz & Cie**, Zement- und Kalkwerke, Liesberg, Kt. Bern.
33—36 **Generaldirektion der Schweiz. Bundesbahnen**, Bern.
4 Vertreter.
37 **Gesellschaft ehemaliger Studierender der eidg. polyt. Schule**, Zürich.
38 **Gotthardbahn-Direktion**, Luzern.
39 **Grubenmann, U., Dr.**, Professor am eidg. Polytechnikum, Zürich, Eidmattstraße 55.
40 **Gugler, K.**, Ingenieur, Zürich, V, Bergstraße 18.
41 **Huber-Werdmüller, P. E.**, Maschineningenieur, Zürich, Wartegg.
42 **Jura Zementfabriken, vorm. Zurlinden & Co.**, Aarau.
43 **Klein, R.**, Ober-Ingenieur für Kesselbau bei Gebr. Sulzer, Maschinenfabrik, Winterthur.

Digitized by Google

44 **Kriegstechnische Abteilung des schweiz. Militär-Departements**, Bern.
Vertreter:
Müller, Ed., Oberst.
45 **Landolt, A.**, Dr., Fabriksbesitzer, Zofingen.
46 **Locher & Cie.**, Ingenieurbureau und Bauunternehmung für Hoch- und Tiefbau, Zürich, Thalgasse 10.
47 **Lunge, G.**, Dr., Professor am eidg. Polytechnikum, Zürich, Steinwiesstraße 40.
48 **Maillart, R.**, Ingenieur, in Firma Maillart & Cie., Ingenieurbureau, Zürich, Hochstraße 60.
49 **Marti, Fritz, Aktiengesellschaft**, techn. Bureau, Bern.
50 **Meier, R.**, Direktor der L. v. Roll'schen Eisenwerke, Gerlafingen.
51 **Morlot, von**, eidg. Ober-Bauinspektor, Bern
52 **Moser, R.**, Dr., a. Ober-Ingenieur, Zürich, V. Feldeggstraße 69.
53 **Müller-Fischli H.**, Direktor der Papierfabrik a. d. Sihl, Zürich.
54 **Narutowicz, G.**, Ingenieur, Professor am eidg. Polytechnikum, Zürich, Sonnhaldenstraße 3.
55 **Naville, G.**, Ingenieur, Oberst, Bendlikon (Zürich).
56 **Perrier, L.**, architecte, Conseiller d'Etat, Neuchâtel.
57 **Portlandzement-Fabrik Dittingen, Aktiengesellschaft**, Dittingen bei Laufen (Bern).
58 **Rohn, A.**, Ingenieur, Professor am Eidgen. Polytechnikum in Zürich, IV Ottiberstraße 21.
59 **Roßhändler, Jos.**, Ingenieur, Direktor der Aktiengesellschaft Alb. Buß & Co., Basel in Graz, Leschgasse 2.
60 **Ruhoff, E.**, Chemiker, Ponte Chiasso.
61 **Schüle, F.**, Direktor der eidg. Materialprüfungs-Anstalt, Professor am eidg. Polytechnikum, Zürich.
62 **Schrafl, Ant.**, Direktor der Gotthardbahn, Luzern.
63 **Schweizerische Bundesbahnen, Kreis III**, Zürich.
Vertreter:
Metzger, H., Kreisdirektor.
64 **Schweizerische Bundesbahnen, Kreis IV**, St. Gallen.
65 **Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik**, Winterthur.
66 **Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein**, Zürich.
67 **Schweizerischer Verein von Dampfkesselbesitzern** Zürich.
68 **Schweizerischer Ziegler-Verein.**
69 **Schweizerische Xylolith-(Steinholz-) Fabrik**, Wildegg.
70 **Steinbrunner, A.**, Direktor, Zürich II, Rieterstraße 48.
71 **Stodola, A.**, Dr., Professor am eidg. Polytechnikum, Zürich, V. Freiestr. 62.
72 **Sulzer, Gebrüder**, Maschinenfabrik Winterthur u. Ludwigshafen a. Rh.
73 **Technische Abteilung des Schweiz. Eisenbahn-Departements in Bern.**
Vertreter:
Winkler, R., technischer Direktor.
74 **Technische Prüfanstalten des Schweiz. Elektrotechn. Vereins**, Zürich, III., Hardturmstraße 20.
75 **Travlos, E. C.**, Ingenieur, Eulerstraße 9, Basel.
76 **Vallette, A. E.**, Ingenieur, in Firma Wartmann & Vallette, Konstruktionswerkstätte, Brugg.
77 **Vassaux, Ernest**, Directeur des Usines du Furcil à Noiraigue.
78 **Verein schweizerischer Zement-, Kalk- und Gipsfabrikanten.**
79 **Verein schweizerischer Maschinen-Industrieller**, Zürich.
80 **Walter, Ernst & Cie.** Winterthur.
81 **Walther, J.**, Zivilingenieur, Bern, Gryphenhübeliweg 10.
82 **Weber, A.**, Professor am eidg. Polytechnikum, Zürich, Palmengasse 10.
83 **Weiß P.**, Dr., Professor am eidg. Polytechnikum, Zürich, IV., Universitätsstraße 86.

Digitized by Google

I. NACHTRAG

ZUM MITGLIEDER-VERZEICHNIS DES INTERNATIONALEN VERBANDES FÜR DIE MATERIAL-PRÜFUNGEN DER TECHNIK VOM MAI 1909.

STAND VOM APRIL 1910.

Digitized by Google

INHALT.

Seite

Vorstand, März 1910 1

Ergänzung zur Liste der den Internationalen Verband subventionierenden Behörden, Vereine und Personen 3

Mitglieder:

Australien (+8) 7
Belgien (+1) 9
Chile (+2) 9
Dänemark (+11) 9
Deutschland (+24) 5
Frankreich (+18) 20
Groß-Britannien (+40) 21
Holland (+2) 23
Italien (+4) 24
Japan (+2) 25
Norwegen (+3) 25
Österreich (+4) 8
Panama (+3) 25
Portugal (+1) 26
Rumänien (+1) 26
Rußland (Finland) (+11) 26
Schweden (+3) 27
Schweiz (+7) 28
Serbien (—1) 27
Spanien (+62) 11
Ungarn (+18) 23
Vereinigte Staaten von Nordamerika (+91) 15

Stand April 1910: 2475.

Digitized by Google

ZUSAMMENSETZUNG DES VORSTANDES
IM MÄRZ 1910.

Leiter der Präsidialgeschäfte:

Herr Dr. *Henry M. Howe,* Professor der Metallurgie an der Columbia Universität in New-York.

Vize-Präsidenten:

Herr Dr. Ing. *A. Martens,* Professor, Geh. Ober-Reg.-Rat, Mitglied der kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Direktor des kgl. Materialprüfungsamtes in Gr.-Lichterfelde.

Herr Dr. Ing. *N. Belelubsky,* Exz., Geh. Rat, Mitglied des Ingenieurrates im kais. Wegebau-Ministerium, em. Prof., Direktor des mech. Laboratoriums am kais. Institute für Wegebau-Ingenieure in St. Petersburg.

Bleibende Vorstandsmitglieder (frühere Leiter des Verbandes):

Herr Dr. techn. *Franz Berger,* k. k. Sektionschef im Ministerium für öffentliche Arbeiten, Stadtbaudirektor a. D., Wien.

Herr *Alex. Foss,* Ingenieur und Maschinenfabrikant aus Kopenhagen.

Gewählte Vorstandsmitglieder:

Australien: H. *W. H. Warren,* M. Inst. C. E., M. Am. Soc. C. E., Challis Professor of Engineering, University of Sydney.

Belgien: H. *A. Greiner,* Generaldirektor der Société John Cockerill, Seraing, Belgien.

Dänemark: H. *H. I. Hannover,* Professor der technischen Hochschule und Direktor der staatlichen Materialprüfungsanstalt, Kopenhagen.

Deutschland: H. Dr. Ing. *A. Martens* (siehe oben).

Frankreich: H. *A. Mesnager,* ingénieur en chef des ponts et chaussées, directeur des Laboratoires à l'Ecole des ponts et chaussées, Paris.

Groß-Britannien: H. *G. C. Lloyd,* Secretary of the Iron and Steel Institute, London, S. W.

Digitized by Google

Holland: H. *L. Bienfait,* Ingenieur, Mitinhaber der Materialprüfungsanstalt Koning & Bienfait, Amsterdam.

Italien: H. *J. Benetti,* ingénieur, professeur et directeur de l'Ecole R. d'application pour les ingénieurs, Bologna.

Norwegen: H. *S. A. Lund,* Abteilungs-Ingenieur der General-Direktion der norwegischen Staatsbahnen, Christiania.

Österreich: H. *B. Kirsch,* k. k. o. ö. Professor und Vorstand des mech.-techn. Laboratoriums der technischen Hochschule, Wien.

Rumänien: H. *Constantin M. Mironesco,* inspecteur général, directeur de l'Ecole des ponts et chaussées, Bucarest.

Rußland: H. Dr. Ing. *N. Belelubsky* (siehe oben).

Schweden: H. *J. O. Roos af Hjelmsäter,* Direktor der Materialprüfungsanstalt an der techn. Hochschule in Stockholm.

Schweiz: H. *F. Schüle,* Professor am eidgen. Polytechnikum, Direktor der eidgen. Materialprüfungsanstalt in Zürich.

Spanien: H. *J. Marvà y Mayer,* général du génie, Chef de Section au Ministère de la Guerre, de l'Académie Royale des Sciences exactes, physiques et naturelles Madrid.

Ungarn: H. *A. Rejtö,* kgl. Hofrat, Professor an der technischen Hochschule, Budapest.

Vereinigte Staaten von Nordamerika: Mr. *Henry M. Howe,* Professor of Metallurgy, Columbia University, New York.

Vertrauensmänner:

Finland: H. *A. Granfelt,* Direktor der finländischen Staatseisenbahnen, Helsingfors.

Luxemburg: H. *E. Bian,* Directeur des Usines de Dommeldange et des Forges d'Eich, Dommeldingen.

Portugal: H. *J. da P. Castanheiro das Neves,* ingénieur, directeur des études et essais des matériaux de construction, Lisbonne.

Serbien: H. *M. Milasinovic,* Vize-Direktor der königl. serbischen Staats-Eisenbahnen i. R., Belgrad.

General-Sekretär:

Ernst Reitler, Ingenieur, Wien, II/2, Nordbahnstraße 50.

Digitized by Google

Administrations, Sociétés et personnes qui subventionnent l'Association Internationale.

Die den Internationalen Verband unterstützenden Behörden, Vereine und Personen.

Public Bodies, Societies and Individuals, supporting the International Association.

Autriche — Österreich — Austria.

Österreichischer Verband für die Materialprüfungen der Technik	100 K

Hongrie — Ungarn — Hungaria.

	Payé pour Bezahlt für Paid for 1910
Rimamurány-Salgó-Tarjáner Eisenwerks-Akt.-Ges., Budapest	250 K
Hernádvölgyi, ung. Eisenindustrie Akt.-Gesellschaft, Budapest	150 „
„Unio" Eisen- und Blechindustrie, Budapest	100 „
Ung. Verband für Materialprüfungen der Technik, Budapest	50 „
Ung. Asphalt Akt.-Gesellschaft, Budapest	150 „
Beocsiner Zementfabriken Union Akt.-Gesellschaft, Budapest	400 „
Zentraldirektion der königl. ung. Staats-Eisenwerke	200 „
Generaldirektion der k. u. k. priv. Kaschau-Oderberger Eisenbahnen	100 „
Betriebsdirektion der k. u. k. priv. Südbahngesellschaft, Budapest	100 „
Ganz & Comp. Maschinenfabrik Akt.-Gesellschaft	200 „

Russie — Rußland — Russia.

Administration du chemin de fer de l'Asie centrale	50 K
„ „ „ „ „ „ Cathérine	50 „
„ „ „ „ „ „ Moscou-Brest	50 „
„ „ „ „ „ „ Moscou-Kazan	50 „
„ „ „ „ „ du Nord	50 „
„ „ „ „ „ de Riazan-Oural	50 „
„ „ „ „ „ „ Samara-Zlatooust . . .	50 „
„ „ „ „ „ „ la Sibérie	50 „
„ „ „ „ „ du Sud	50 „
„ „ „ „ „ „ Transbaikal	50 „
„ „ „ „ „ du Transcaucasiens . . .	50 „
„ „ „ „ „ de la Vistule	50 „
„ „ „ „ „ „ l'Est-Chine	50 „
„ „ „ „ „ „ Varsovie-Vienne . . .	50 „
„ „ „ „ „ „ Moscou-Vindau	50 „
„ „ „ „ „ „ Kowel-Vlad.-Volyne . .	50 „

Digitized by Google

Digitized by Google

MEMBRES — MITGLIEDER — MEMBERS.

Allemagne — Deutschland — Germany.

Nouveaux membres — Neue Mitglieder — New Members.

Badische Gesellschaft zur Überwachung von Dampfkesseln e.V., Mannheim.

Bauer, Oswald, Prof., ständ. Mitarbeiter im kgl. Materialprüfungsamt, Gr.-Lichterfelde, Goßlerstraße 11.

Beil, G., Ingenieur, Wilmersdorf bei Berlin, Bingerstraße 43.

Desaga, Otto, München, Klingerstr. 138.

Deutsche Vacuum Oil Company, Hamburg.

Vertreter:

Parish jr., W. F., Chef-Ingenieur.

Esch, Werner, Dr., Hamburg, Osterbeckstraße 43.

Goldschmidt, Th., Chemische Fabrik, Essen-Ruhr.

Görlitzer Maschinenbau-Anstalt A.-G., Görlitz.

Graf, Otto, Ingenieur, Zuffenhausen bei Stuttgart, Korntalerstraße 46.

Haenig, A., Ing., Dessau, Wilhelmstraße 15/I.

Hambloch, Anton, Teilhaber und Geschäftsführer der Fa. Gerhard Herfeldt, Andernach a. Rh.

Hamburg-Amerika-Linie, Technisches Bureau, Hamburg-Kuhwärder.

Hannoversche Maschinenbau A.-Ges. vorm. Georg Egestorff, Hannover-Linden.

Hardenbrock van, Baron, Direktor, Hillegom, Holland.

Heilmann, Otto, Dipl. Ingenieur, Osnabrück, Neuer Graben 16a.

Hinrichsen, F. W., Dr., Professor, ständ. Mitarbeiter im kgl. Materialprüfungsamt, Friedenau, Fregestraße 54/I.

Kistner, Karl, Baumeister, Lehe.

Müller, Richard, Dr. Ing., Leipzig, Christinenstraße 27.

Münch & Röhrs, Fabrik für Spezial-Dauerfarben, Berlin-Schöneberg, Geneststraße 7/8.

Prinz, C., Prof. a. d. techn. Hochschule, Danzig-Langfuhr.

Rasch, Ewald, ständ. Mitarbeiter im kgl. Materialprüfungsamt, Zehlendorf, Neue Straße 3B.

Reichs-Postamt, Berlin W 66.

Vertreter:

Strecker, Dr., Prof., Geh. Ober-Postrat.

Techow, Geh. Baurat.

Rheinisches Schwemmstein-Syndikat, G. m. b. H., Neuwied.

Schiffbautechnische Gesellschaft, Berlin NW 6, Schumannstraße 2.

Schmidt, Kurt, Keramiker u. Werkdirektor, Alaunwerk Freienwalde a. d. Oder.

Schneider, Kurt, ständ. Mitarbeiter im königl. Materialprüfungsamt, Gr.-Lichterfelde.

Verein deutscher Eisengießereien, Düsseldorf, Graf Adolfstraße 47.

Wieland & Cie., Messingwerke, Ulm a. d. Donau.

Wrochem, J. v., ständ. Assistent im kgl. Materialprüfungsamt, Friedenau, Kaiser-Allee 128.

Digitized by Google

Changements d'adresses — Geänderte Adressen — Changed Addresses.

Baudeputation der Freien und Hansestadt Hamburg.
Vertreter:
Ruppel, Baurat, statt Zimmermann, Hamburg.
Sperber, Oberingenieur, statt Vermehren E., Hamburg.

Berliner Bezirksverein, Verein deutscher Ingenieure.
Adresse: L. Seydel, Berlin N 39, Müllerstraße 177, statt C. Fehlert.

Borsig E., Fabriksbesitzer, Berlin N 4, Chausseestraße 13.

Dampfkesselrevisionsverein für den Regierungsbezirk Aachen in Aachen.

Eisenbahndirektion, Kgl., Berlin.
Weiterer Vertreter:
Labes, Reg.- und Baurat.

Eisenbahndirektion, Kgl., Bromberg.
Vertreter:
Müller, Reg.- und Baurat, statt Schlemm.

Eisenbahndirektion, Kgl., Elberfeld.
Vertreter:
Schwemann, Reg.- und Baurat.

Eisenbahndirektion, Kgl., Erfurt.
Vertreter:
Fraenkel, Reg.- und Baurat, statt Siegel.
Kumbier, Reg.- und Baurat, statt Bäseler.

Eisenbahndirektion, Kgl., Frankfurt am Main.
Vertreter:
Hansen, Reg.- und Baurat, statt Wiegand.
Hartwig, Reg.- und Baurat, statt Levy.

Eisenbahndirektion, Kgl., St. Johann-Saarbrücken.
Vertreter:
Post, Reg.- und Baurat, statt Kirchhoff.

Eisenbahndirektion, Kgl., Kattowitz.
Vertreter:
Horn Reg.- und Baurat.

Eisenbahndirektion, Kgl., Köln.
Vertreter:
Uhlenhuth, Geh. Baurat, statt Esser.
Stampfer, Reg.- und Baurat, statt Berger.

Eisenbahndirektion, Kgl., Preußische und Großherzogl. Hessische, in Mainz.
Vertreter:
Kirchhoff, Geh. Baurat, statt Büscher.

Eisenbahndirektion, Kgl., Posen.
Vertreter:
Partenscky, Reg.-und Baurat, statt Traeder.
Herzog, Reg.- und Baurat.

Eisenbahn-Direktion, Kgl., Stettin.
Vertreter:
Gilles, Geh. Baurat, statt Seidl.

Erste Automatische Gußstahlkugelfabrik vorm. Friedr. Fischer, Aktiengesellschaft in Schweinfurt a. M.
Vertreter:
Bartel, Teilhaber, statt Ehrgruber.

Generaldirektion der Eisenbahnen in Elsaß-Lothringen, Kaiserl., Straßburg.
Vertreter:
Zirkler, Reg.- und Baurat, statt Möllmann.
Baltin, Reg.- und Baurat, statt Bose, von.

Generaldirektion der Königl. Sächsischen Staatseisenbahnen, Dresden, Wienerstraße 4.

Heckmann, Friedrich, Berlin SO 16, Brückenstraße 6b.

Internationaler Verband der Dampfkessel-Überwachungsvereine, Geschäftsführender Verein: Dampfkessel-Überwachungsverein in Hannover.

Kgl. Sächsische Techn. Staatslehranstalten, Chemnitz, statt Prüfungsanstalt für Baumaterialien, daselbst.

Krause, M., Ingenieur, Direktor v. A Borsig, Berg- und Hüttenverwaltung, Berlin, N 4, Chausseestraße 13.

Kriegsministerium, Kgl. preußisches, Berlin.
Vertreter:
Hartung, Geh. Baurat, statt Wodrig.

Materialprüfungsamt, Kgl., Groß-Lichterfelde.
Vertreter:
Rudeloff, M., Geh. Reg.-Rat, Stellvertretender Direktor, Prof. und Abteilungsvorsteher.

Digitized by Google

Meyer Dr. Eugen, Prof., Vorsteher, des Festigkeitslaboratoriums an der techn. Hochschule, Charlottenburg, Neue Kantstraße 15.

Michaelis, W.. Dr., Professor, Berlin, W. 50, Rankestraße 6.

Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Kgl., Berlin W 66.
Vertreter:
Haas, Geh. Ober-Baurat.
Lorenz-Meyer, Reg.- und Baurat, statt Eggemann.

Müller, Fr., Komm.-Rat, Fabrikdirektor, Eisenwerk Kaiserslautern.

Reusch, Paul, Vorstandsmitglied der Gutehoffnungshütte, Oberhausen 2 (Rheinl.).

Saigge, Geh. Baurat der Kgl. Intendantur des 15. Armeekorps, Straßburg.

Schacht, W. Fa. Oskar Dietrich, Papierfabriken, Weissenfels.

Selve, Walther, in Firma Basse & Selve, Altena, Westf.

Stribeck, R., Professor, Essen, bei Fr. Krupp.

Techn. Hochschule, Bibliothek, Großherzogl., Karlsruhe.

Treumann J., Dr., Hannover, Ludwigstraße 15.

Verband der deutschen Pflaster- und Hartstein-Industriellen z. H. d. Herrn **Dr. Wasner,** Zehlendorf, Hohenzollernstraße 16.

Verband selbständiger öffentlicher Chemiker Deutschlands.
Kassenführer:
Popp, Dr., Frankfurt am Main, Niedenau 40.

Verein der Kupferschmiedereien Deutschlands.
Adresse:
Geschäftsführer: **Klenke, Wilh.,** Hannover, Bandelstraße 6.

Verein deutscher Eisenhüttenleute, Düsseldorf, Jakobistraße 5.

Verein deutscher Ingenieure, Bezirksverein a. d. niedr. Ruhr.
Vertreter:
Bütow, Obering, Essen a. d. Ruhr., Friedrichstraße 2.

Verein deutscher Revisions-Ingenieure, z. H. des Herrn Prof. **Gary,** Gr.-Lichterfelde.

Wüst, F , Dr., Geh. Reg.-Rat, Professor, in Aachen.

Démissionnaires ou décédés — Ausgetreten oder gestorben — Resigned or deceased.

Berlin - Anhaltische Maschinenbau-Aktiengesellschaft, Berlin.

Haarmann, Osnabrück.

Linde, Berlin.

Prégardien, J., Kalk bei Köln.

Technisches Bureau der Hamburg—Amerika-Linie, E. Blumenthal, Hamburg.

Australie — Australien — Australia.

Nouveaux membres — Neue Mitglieder — New Members.

Boyd, Robl. J., Civil Engineer, Greenstead, Park-Road, Burwood, N. S. W.

Bradfield, John, J. C. M. E. Assoc. M. Inst. C. E , Public Works Dept. Sydney, N. S. W.

Chapman, R. W., Professor of Engineering, Adelaide, South Australia.

Cowdery, G. E., Civil Engineer, University of Sydney.

Doak, W. J., B. E. (Sydney) Assoc. M. Inst. C. E., Chief Engineer Office Ry Dept. Brisbane, Queensland.

Fraser, J. H., Civil Engineer, A. A. Chief Engineer of Way and Works, Victorian Rys, Melbourne, Victoria.

Ledger, W. H., B. Sc., M. C. E., Engineering Lecturer. School of Mines, Adelaide, South Australia.

Wood, J. P., Lecturer in Engineering, Bachelor of Eng , School of Mines, Charters Towers, Queensland.

Digitized by Google

Autriche — Österreich — Austria.

Nouveaux membres — Neue Mitglieder — New Members.

Arlt, Ferd., R. v., Dr., Kommissär im k. k. Patentamt, Wien, VII., Siebensterngasse.
Berndorfer Metallwarenfabrik Arthur Krupp, Berndorf.
Doderer Rich., R. v., Ing., Kladno.
Fleischmann, J., Ingenieur, Maschinenoberkommissär der k. k. Nordbahn, Wien, II/$_2$, Nordbahnstr. 50.
Gmeyner, Ernst, Bergdirektor der Johannestaler Kohlengewerkschaft in Triest.
Grünfeld Alfred, St. Pölten, Gasserwerke.
Kink Artur, R. v., Ing., kais. Rat, Wien, I/$_1$, Nibelungengasse 3.
Kunze Otto, k. k. Baurat, Wien, II/$_2$, Schüttelstraße 29.
Rosambert Charles, Ing. d. Chaudoirschen Metallwerke, Wien, XI., Rinnböckstraße 57.
Rosche, K., k. k. Hofrat, Generaldirektor i. P., Wien, XIII/$_1$, Eitelbergergasse 21.
Saliger Rudolf, Dr., Professor der techn. Hochschule, Wien, IV., Karlsplatz.
Singer, M., Inspektor der k. k. St.-B., Wien, XII., Füchselhofgasse 7.
Trampler Adolf, Oberingenieur im n.-ö. Landesbauamt, Wien, XIII., Einwanggasse 23.
Trnka, Ferd., Dr., Techn., k. k. Baurat, Wien, I., Schillerplatz 9.
Wehrenfennig, E., k. k. Baurat, Zentralinspektor der österr. Nordwestbahn i. P., Wien, II., Obere Augartenstraße 70.
Weiß, Leonhard, k. k. Maschineningenieur u. Dampfkesselprüfungskommissär der k. k. Statthalterei, Triest.

Changements d'adresses — Geänderte Adressen — Changed Addresses.

Geßner, Aug., Dr., Skodawerke, Pilsen.
Greger, Otto, k. k. Professor am techn. Gewerbemuseum, Wien, XVIII., Edelhofgasse 15.
Grünebaum, Franz, Edler v. Bruckwall, k. u. k. Major a. D., Wien, I., Kolowratring 6.
Kind, R., kais. Rat, Fabrikant, Wien, III., Arenbergring 16.
Meyer, Oswald. Dr., Ing., Klagenfurt, Kumpfgasse 27.
Müller, Franz, Ingenieur, Pilsen.
Prager Maschinenbau A.-G., Prag, II., Hybernergasse 40, statt Bromovsky, Schulz & Sohn.
Priebsch, Jos., Privatier, Graz, Heinrichstraße 21.
Rabas, H., k. k. Baurat, Brünn, Schmerlingstraße 15.
Rossipal, Heinrich, Waidhofen/Ybbs, Böhlerwerke.
Stanĕ Al., k. k. Sektionschef im Eisenbahn-Ministerium in Pension, Strakonitz.

Démissionnaires ou décédés — Ausgetreten oder gestorben — Resigned or deceased.

Blythe, John, B., Wien.
Engelmann, Franz, Brünn.
Großmann, Josef, Wien.
Jeczmieniovsky, K., Wien.
Jenisch, P. v., Cilli.
Kienesperger, F., Wien.
K. k. priv. allg. österr. Bodenkreditanstalt, Wien.
Ohligs, Bernhard, Wien.
Popp, Freiherr von, Konstantin, Wien.
Schützenhofer V., Wien.
Weiß, Gustav, Brünn.

Digitized by Google

Belgique — Belgien — Belgium.

Nouveaux membres — Neue Mitglieder — New Members.

Société des Forges de Bellecourt, Ménage.

Volsom, Emile van, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 43, Rue Croix de Fer, Bruxelles.

Changements d'adresses — Geänderte Adressen — Changed Addresses.

Gérard, E. A. J., Secrétaire-Général du Ministère des Chemins de Fer Postes et Télégraphes à Bruxelles, 12, Rue Beyaert.

Hubert, Hermann, Ingénieur en Chef des Mines, Professeur à l'Université de et è Liège, 7, Rue de Sélys.

Nepper, Fernand, Ingénieur, Chef de Service à la Fabrique Ube, d'Armes de Guerre à Herstal, 6, Place Vieille Montague, Liège.

Démissionnaires ou décédés — Ausgetreten oder gestorben — Resigned or deceased.

Moyaux, Léon, Morlanwelz.

Chili — Chili — Chile.

Nouveaux membres — Neue Mitglieder — New Members.

Ipsen, Harald. P., Betriebschef, Soc. Fca. de Cemento de el Melon, Chile.

Hansen, Niels Martin, La Calera, Casilla 60, Chile.

Danemark — Dänemark — Denmark.

Nouveaux membres — Neue Mitglieder — New Members.

Larsen, Axel., Ingenieur, Aalborg Portland Zementfabrik, Aalborg.

Buch, K., Ingenieur, Aalborg, Portland Zementfabrik, Aalborg.

Dahlström, Young., Professor der kgl. techn. Hochschule in Kopenhagen, Hellerup, Tellersvej 2.

Munck, Ove., Oberingenieur, Kopenhagen C, Strandboulevard 66.

Hansen, Charles, Fabrikant, Odense.

Holten-Andersen, A., Betriebschef der A. G. Nörresundby Portland Cementfabrik, Uttrupgaard, Nörresundby.

Mathiesen, Jul., Ingenieur, Kopenhagen K, Vestergade 33.

Hiort-Lorenzen, R., Bahningenieur, Struer.

Fuchs, Aug., Betriebschef, Glasvärket, Kastrup.

Wright, Hans, Stadtarchitekt, Kopenhagen L, Nörrebrogade 168.

Bruun, S., Zivilingenieur, Kopenhagen K, Amaliegade 32.

Raaschou, Frederik, Ingenieur, Kopenhagen B, Vodroffsvej 46.

Werner, Ingenieur, Kopenhagen K, Vestergade 18.

Hummel, Chr., Ingenieur, Kopenhagen V, Nyvej 6.

Der Architektenverein, Raadhusplads 71.
Vertreter:
Hansen, Heinr., Bauinspektor. Kopenhagen O, Sortedams Dosseering 63.

Digitized by Google

Ottesen, Carl, I., Inspektor des dänischen Fabriks-Aufsichtsamtes, Kopenhagen V, Enghaveplads 13.

Lönberg, Holm, Ingenieur, Hellerup, Christiansvej 7.

With, Eigil B., Betriebsingenieur, Portland-Zementfabrik zu Kunda, Wesenberg, Estland.

Halberstadt, Gustav, Kaufmann, Kopenhagen K, Frederiksholmskanal 6.

Thaulow, E., Professor der kgl. techn. Hochschule, Ingenieur, Kopenhagen F, Mariendalsvej 7.

Bruun, Palle, Professor der kgl. techn. Hochschule, Kopenhagen K, Höjbroplads 6.

Mathiesen, Oscar, Professor, Kunstmaler, Charlottenlund.

Christensen, Anton, Redacteur, Kopenhagen V, Bülowsvej 48.

Elzelingen, W. van, Ingenieur, A/S Kongsdal, Kopenhagen K, Niels Juelsgade 8.

Raffel, Alfred, Kaufmann, Kopenhagen K, Kajsergade 1.

Aktiengesellschaft Hedehus-Teglvärket, Hedehusene.

Juul, C., Oberst, Kopenhagen V, Svanemosegaardsvej 23.

Möller, Kristen, Betriebsingenieur an der Kopenhagener Telephon A.-G., Kopenhagen V, Mynstersvej 1.

Schiern, H. C., Telegrapheningenieur, Kopenhagen F, Pilealle 23.

Elsass, L., Director, Kopenhagen K, Gl. Torv 24.

Saabye, Johannes, Ingenieur, Kopenhagen K, Raadhusstræde 6.

Blom, F. V., Entrepreneur, Kopenhagen K, Frederiksgade 19.

Poulsen, C. A., Ingenieur, Die königl. Porzellanenfabrik, Kopenhagen F, Smallegade 45.

Topsöe, H., Dr. phil., Director des dänischen Fabriks-Aufsichtsamtes, Kopenhagen V, Vesterbrogade 140.

Schmidt, J. P., Straßenbahndirector, Aarhus.

Knub, G., Ingenieur, Kopenhagen K, Gothersgade 141.

Werner, R., Betriebschef der Stadtbahn-Zentralwerkstätten, Kopenhagen B, Vodroffsplads 12A.

Nyborg, E., Bauinspektor, Große Bleichen 63, Hamburg.

Changement d'adresses — Geänderte Adressen — Changed Addresses.

Ahlmann, N., Ing., Hellerup, Christiansvej 8.

Boje, Hans Fr., Ingenieur, Kopenhagen B, Vester-Boulevard 42.

Dänische staatliche Prüfungsanstalt, Kopenhagen O, Malmögade 7.

Vertreter:

Hannover, H. I., Professor der kgl. techn. Hochschule, Direktor der staatl. Prüfungsanstalt.

Mayntz-Petersen, Stellvertretender Direktor der Prüfungsanstalt.

Bonde, H. P., Ingenieur, Kopenhagen K, Vestergade 33.

Elektrotechnischer Verein.

Vertreter:

Prior, H. P., Direktor, Präsident d. Industrievereines, Charlottenlund.

Fischer Möller, Abteilungsingenieur der dän. staatl. Prüfungsanst., Ny-Holte.

Foss, Alex., Ingenieur, Mitinhaber der Firma F. L. Smidth & Co., Kopenhagen K.

Association des tuileries danoises.

Ersetzt durch:

Gesamt-Repräsentation der dänischen Ziegler-Vereine.

Delegierter:

Foss, A., Ingenieur, Kopenhagen K, Vestergade 33.

Kähler, G., Ing, Hellerup, Onsgaardsvej 29.

Kopenhagener Telephon-Aktiengesellschaft, Kopenhagen K, Nörregade 27.

Meyer, Fr. V., Abt.-Ingenieur, Kopenhagen Ö, J. E. Ohlsensgade 19.

Mogensen, Emil, Ingenieur, A.-G für Beton- und Monierbau, Bellevuestraße 5, Berlin W 9.

Möller, H. C. V., Hafenbaudirektor, Präsident des techn. Vereins, Kopenhagen Ö, Österbrogade 62.

Digitized by Google

Olsen, L. F., Steinmetzmeister, Granitwerke, Kopenhagen V, Bülowsvej 50.

Pedersen, Carsten, Ingenieur, Langtoftegaard for Örsted.

Pedersen, P. O., Ingenieur, Professor der kgl. techn. Hochschule, Kopenhagen V, Amalievej 1.

Rasmussen, Vilhelm, Ingenieur, Kopenhagen V, Värnedamsvej 20.

Schjerbeck, E. O., Abteilungsingenieur der dän. staatl. Prüfungsanstalt, Kopenhagen Ö, Blegdamsvej 114.

Simonsen, Ingenieur, Kopenhagen K, Köbmagergade 14.

Steenberg, N., Professor der kgl. techn. Hochschule, Kopenhagen C, Strandgade 22.

Démissionaires ou décédés — Ausgetreten oder gestorben — Resigned or deceased.

Arboe, O. H., Kopenhagen.
Burmeister, Hans, Kopenhagen.
Bruyn, de, Charlottenlund.
Davidsen, M., Hellerup
Die Schule der technischen Gesellschaft für Maschinenkonstrukteure und Elektrotechniker, Kopenhagen.
Feilberg, P., Söborg pr. Esrom.
Folke, Rasmussen, Kopenhagen.
Grüner, Th., Kopenhagen.
Holm, Hans C., Kopenhagen.
Hoppe, V., Kopenhagen.
Irminger, Kopenhagen.
Jensen, Vald., Kopenhagen.
Juul, V. A., Kopenhagen.
Lorenz, G., Kopenhagen.
Lundbye, A., Kopenhagen.
Lutz-Petersen, Kopenhagen.
Munch-Petersen, Kopenhagen.
Munck, P. G., Kopenhagen.
Münter, B., Kopenhagen.
Nielsen, N., Hellerup.
Nobel, O. K., Kopenhagen.
Paulli, Aarhus.
Petersen, A. G. V., Kopenhagen.
Petersen, Axel, Erhard, Hellerup.
Seemann, F. V., Kopenhagen.
Svanholm, Th. A., Kopenhagen.
Vang, Niels, Kopenhagen.
Wienberg, F., Kopenhagen.
Windfeld-Hansen, J., Kopenhagen.

Espagne — Spanien — Spain.

Nouveaux membres — Neue Mitglieder — New Members.

Aubarede y Kierulf (G.), Tte. Coronel, Secretario de la Comandancia Gral, de Ingenieros de la Ia. Región, Espada 4, Madrid.

Alonso y Mazo (G.), Comandante de Ingenieros en la Sección del Cuerpo del Ministerio de la Guerra, Cuesta de Santo Domingo 22, Madrid.

Anca y Merlo (P.), Comandante de Ingenieros, del Centro Electrotécnico y de Comunicaciones, Marqués Villanueva 3, Madrid.

Aguirre y Martinez (R.), Capitán de Ingenieros, en la Sección del Cuerpo del Ministerio de la Guerra, Mendizábal 39, Madrid.

Banús y Comas (C.), Coronel de Ingenieros, Director del Laboratorio del Material de Ingenieros, Santo Tomé 4, Madrid.

Barcala y Cervantes (L.), Ingeniero Jefe de Caminos, Canales y Puertos, Jefe del Negociado "Construcción de Carreteras (Ministerio de Fomento), Calle de Ventura de la Vega 3, Madrid.

Becerra y Fernandez (M.), Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Ingeniero Director de las Obras del Puerto de Melilla (Marruecos), Melilla.

Digitized by Google

Barranco y Catalá (J.), Teniente Coronel de Ingenieros, del Ministerio de la Guerra, en la Sección del Cuerpo, Cervantes 3, Madrid.

Cáceres de la Torre (T.), Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Profesor de Química y de Materiales de Construcción en la Escuela especial del Cuerpo, Calle de Almagro 23, Madrid.

Compañía General de Asfaltos y Portland, Plaza de Palacio 15, Barcelona.

Cañizares y Moyano (E.), Coronel de Ingenieros, en el Estado Mayor Central del Ejército, Valenzuela 3, Madrid.

Cano y Lasso (F.), Comandante de Ingenieros, en la Sección del Cuerpo, del Ministerio de la Guerra, Luna 38, Madrid.

Castro y Ramón (I.), Capitán de Ingenieros, en la Sección del Cuerpo, del Ministerio de la Guerra, Conde de Aranda 4, Madrid.

Casuso y Obeso (J.), Capitán de Ingenieros, en la Sección del Cuerpo, del Ministerio de la Guerra, Ferraz 31, Madrid.

García Rendueles (R.), Ingeniero Jefe de Caminos, Canales y Puertos, Jefe del Negociado "Conservación de Carreteras" (Ministerio de Fomento), Calle de Juan de Mena 5, Madrid.

García Arenal (F.), Ingeniero Jefe de Caminos, Canales y Puertos, Jefe del Canal de Castilla y de la Canalización del Manzanares, Calle de Manuel Silvela 1, Madrid.

González Echarte (A.), Ingeniero Jefe de Caminos, Canales y Puertos, Profesor de Aplicaciones de la Electricidad en la Escuela Especial del Cuerpo, Calle del Pinar 12, Madrid.

Granda y Callejas (B.), Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Profesor de mecánica aplicada en la Escuela Especial del Cuerpo, Churruca 21, Madrid.

García Escudero (P.), Ingeniero de Montes, Oficial 2º de la Sección Facultativa del Cuerpo, en la Dron. Gral. de Contribuciones del Ministerio de Hacienda.

García del Campo (V.), Comandante de Ingenieros, Jefe del Parque Aerostático de Ingenieros del Ejército, Guadalajara.

Gayoso y O'Naghten (J.), Coronel de Ingenieros, Excedente en la Ia Región, Cid 2, Madrid.

Gordejuela y Causills (A.), Capitán de Ingenieros del Parque Aerostático de Ingenieros del Ejército, Guadalajara.

Huici y Lazcano (S.), Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Presidente del Consejo de la Sociedad Anónima "Cementos Portland" (Pamplona), Pamplona.

Hernández y Cogollos (J.), Comandante de Ingenieros, en la Sección del Cuerpo del Ministerio de la Guerra, Plaza de Oriente 8, Madrid.

Herrera Linares (E.), Capitán de Ingenieros, del Parque Aerostático de Ingenieros del Ejército, Guadalajara.

Jimenez Lluesma (E.), Teniente Coronel de Ingenieros, Jefe del 6º Regimento mixto de Ingenieros.

Kindelán y Duany (A.), Capitán de Ingenieros, del 1er Depósito de Reserva, Don Martín de los Heros 45, Madrid.

Laboratorio Central para Ensayo de Materiales de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Alfonso XII, 3, Madrid.

Luiña y Fernandez (M.), Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Autor del Proyecto y Constructor de los Sifones del Sosa y de Albelda en el Canal de Aragon y Cataluña, Calle de los Madrazo 7, Madrid.

Latorre y de Luxán (F.), Coronel de Ingenieros, Comandante del Palacio Buenavista, Campoamor 12, Madrid.

Digitized by Google

López y Fernandez Cabezas (M.), Capitán de Ingenieros en la Sección del Cuerpo del Ministerio de la Guerra, Zurbano 20, Madrid.

Machimbarrena y Gogorza (V.), Ingeniero Jefe de Caminos, Canales, y Puertos, Profesor de Arquitectura en la Escuela Especial del Cuerpo, Calle de María de Molina 3, Madrid.

Maluquer y Salvador (M.). Ingeniero Jefe de Caminos, Canales y Puertos; Jefe del Negociado "Caminos Vecinales" (Ministerio de Fomento). Director de la "Revista de Obras Públicas", Calle de Campomanes 10, Madrid.

Morán y Arroyo (A.), Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Laboratorio Central para ensayo de Materiales, Calle de Velázquez 44, Madrid.

Madrid y Ruiz (J.), Teniente Coronel de Ingenieros Jefe del Batallón de Ferrocarriles, Cuartel de la Montaña, Madrid.

Mayandía y Gómez (A.), Teniente Coronel de Ingenieros, en la Sección del Cuerpo del Ministerio de la Guerra, Amnistía 10, Madrid.

Milian y Martinez (E.), Capitán de Ingenieros, en la Sección del Cuerpo del Ministerio de la Guerra, Leganitos 28, Madrid.

Morcillo y Munera (B.), Capitán de Ingenieros, en la Sección del Cuerpo del Ministerio de la Guerra, Guzmán el Bueno 4, Madrid.

Nicolau y Sabater (J.), Ingeniero Jefe de Caminos, Canales y Puertos, Sub-Director de Aguas y Obras de Riego (Ministerio de Fomento), Carrera de San Jerómino 29, Madrid.

Pineda y Benavides (R.), Capitán de Ingenieros, en la Sección de Ingenieros del Ministerio de la Guerra, Cruz 38 á 42, Madrid.

Rezola y Compañia (H. de J. M.), Soc. en Comandita, Rezola (San Sebastián).

Rodriguez de Ribera (J.), Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Director de las Obras del Puerto de Algeciras, Algeciras.

Roibal y Márquez (J.), Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Jefe del Servicio de Proyectos y Construcciones en la Sociedad "Fábrica de Mieres", Ablaña, Asturias.

Rodríguez (M.), Gerente de la Sociedad Anónima "Cementos Portland", Pamplona.

Ruiz Martin (V.), Ingeniero Jefe de Caminos, Canales y Puertos, Profesor de Ferrocarriles en la Escuela Especial del Cuerpo, Calle de Villalar 7, Madrid.

Rojas y Rubio (F. de P.), Comandante de Ingenieros, Jefe del Parque Aerostático de Ingenieros del Ejército, Guadalajara.

Ripollés y Vaamonde (M.), Capitán de Ingenieros, en la Sección del Cuerpo del Ministerio de la Guerra, Bailén 10, Madrid.

Rodríguez Torres (F.), Ingeniero de Montes, Oficial 2º de la Sección Facultativa del Cuerpo, en la Dirección Gral. de Contribuciones, del Ministerio de Hacienda, Madrid.

Ruiz y López (A.), Capitán de Ingenieros, en la Sección de Ingenieros del Ministerio de la Guerra, Florida 14, Madrid.

Sánchez y Torres (J.), Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Ingeniero del Negociado "Conservación de carreteras", Ministerio de Fomento, Plaza de Celenque 3 pral., Madrid.

Sonier y Puerta (A.), Ingeniero Jefe de Caminos, Canales y Puertos, Profesor de Hidráulica Práctica en la Escuela Especial del Cuerpo, Jefe del Laboratorio Central para ensayos de materiales. Fernando IV, 23, Madrid.

Straalen (A. van), Director de la "Sociedad Anónima Fábrica de Meres", Ablaña (Asturias).

Soroa y Fernandez de la Somera (J.), Teniente Coronel de Ingenieros en la Sección de Ingenieros del Ministerio de la Guerra, Plaza de la Independencia 2, Madrid.

Digitized by Google

Tafur y Funes (J.), Teniente Coronel de Ingenieros, 2º Jefe del Centro Electrotécnico y de Comunicaciones, Plaza de la Independencia 10, Madrid.

Tejon y Marin (J.), Teniente Coronel de Ingenieros, Vocal de la Junta Facultativa de Ingenieros del Ejército.

Torner y de la Fuente (E.), Teniente Coronel de Ingenieros, en la Seccion de Ingenieros del Ministerio de la Guerra. Ferraz 58, Madrid.

Valenciano y Mazeres (A.), Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Profesor de Hidráulica General y Máquinas Hidráulicas en la Escuela Especial del Cuerpo, Calle de Piamonte 14, Madrid.

Vallejo y Elías (J.), Teniente Coronel de Ingenieros, del Laboratorio de Ingenieros del Ejercito, Ferraz 34, 2º, Madrid.

Vidal y Rua (Á.), Coronel de Ingenieros, Director de los Talleres del Material de Ingenieros, Guadalajara.

Vives y Vich (P.) Coronel de Ingenieros, Comandante de la Plaza de Ceuta.

Zafra y Estévan (J. M. de), Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Profesor de Canales, Puertos y Señales maritimas en la Escuela Especial del Cuerpo, Calle de Alarcon 10, Madrid.

Zuflaurre y Goicoechea (S.). Ingeniero Jefe de Caminos, Canales y Puertos; Profesor de Topografía y Geodesía y de Electricidad en la Escuela Especial del Cuerpo, Calle de la Magdalena 21, Madrid.

Changements d'adresses — Geänderte Adressen — Changed Addresses.

Angel y Patiño (L.), Capitán de Ingenieros, del Laboratorio de Ingenieros del Ejército, San Quintin 6, Madrid.

Gálvez Cañero, (J.), Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Flora 3, Madrid.

Marvá y Mayer, (J.), General de Ingenieros, Jefe de Sección del Ministerio de la Guerra, de la Real Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales, Campomanes 8, Madrid.

Mier y Miura, (E.), Coronel de Ingenieros, Ingeniero Geógrafo, de la Real Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales, Serrano 29, Madrid.

Montoto y Barral (R.), Capitán de Ingenieros, del Laboratorio de Ingenieros del Ejército, Salud 8 y 10, Madrid.

Moreno y Gil de Borja, (R.), Coronel de Ingenieros; Jefe de Negociado en la Sección de Ingenieros del Ministerio de la Guerra, Plaza de Santo Domingo 14, Madrid.

Oliver (B.), Ingeniero de Caminos Canales y Puertos, del Laboratorio Central para ensayos de materiales de construcción, Alarcón 1, 2º izda, Madrid.

Rio y Joan (F.), Capitán de Ingenieros, del Laboratorio de Ingenieros del Ejército, Leganitos 8, Madrid.

Rodriguez y Mourelo (J.), Coronel de Ingenieros, Jefe de Negociado en la Sección de Ingenieros del Ministerio de la Guerra, San Agustin 3, Madrid.

Tejera y Magnin (L. de la), Teniente Coronel de Ingenieros, Vocal de la Junta Facultativa de Ingenieros del Ejército, San Bernardo 22, Madrid.

Ubeda y Correal (J.) Farmacéutico Militar, del Real Consejo de Sanidad, Paseo de la Castellana 6, Madrid.

Digitized by Google

Etats Unis de l'Amérique — Vereinigte Staaten von Nordamerika — United States of America.

Nouveaux membres — Neue Mitglieder — New Members.

American Iron and Steel Manufacturing Company, G. D. Scott, Secretary, Lebanon, Pa.

American Railway Association, W. F. Allen, General Secretary, 24 Park Place, New York City.

Austill, H. Jr , Civil Engineer, Fort Morgan, Ala.

Atwood, J. A , Chief Engineer, Pittsburg and Lake Erie Railroad, Pittsburg, Pa.

Backert, A. O., Editor, "The Foundry", Browning Building, Cleveland, O.

Barksdale, H. M., Vice-President, E. S. du Pont de Nemours Powder Co., Wilmington, Del.

Baxter, Florus R., Chief of Testing Laboratory, Vacuum Oil Company, 926 Exchange Street, Rochester, N. Y.

Berle, Kort, Consulting Structural Engineer, Bond Building, Washington, D. C.

Bleininger, A. V., In charge of Clay Products Laboratories, United States Geological Survey, 5715 Callowhill Street. Pittsburg, Pa.

Blum, A. C., Secretary and General Sales Agent, Keystone Powder Mfg. Co., Emporium, Pa.

Boynton, C. W., Inspecting Engineer, Universal Portland Cement Company, Commercial Bank Building, Chicago, Ill.

Brainord, Owen, Architectural Engineer, 225 Fifth Avenue, New York, City.

Brobston, Joseph, Treasurer, Dexter Portland Cement Company, Nazareth, Pa.

Brunner, John, Assistant General Superintendent, North Works, Illinois Steel Company, Chicago, Ill.

Buck, Lucien, Civil and Consulting Engineer, Canton, N. C.

Canadian Portland Cement Company, The, F. G. B. Allen, General Manager, 506 Temple Building, Toronto, Ontario, Canada.

Capp, John A., Engineer, Testing Laboratory, General Electric Company, Schenectady, N. Y.

Cathcart, Robert, Specialist on Concrete Coatings, Glidden Varnish Co., Cleveland, Ohio, 2247 East Ninety-third Street, Cleveland, O.

Chiles, G. A., Motion Power Inspector, L. S. & M. S. Railway, 944 Mars Av., Collinswood, Ohio.

Christie, James, Mechanical Engineer, 100 Rochelle Avenue, Wissahickon, Philadelphia, Pa.

Churchwood, Alex., Consulting Engineer, 30 Church Str., New York, City.

Comey, Arthur M., Director, Eastern Laboratory, Drawer 424, Chester, Pa.

Conradson, P. H., Chief Chemist, Galena Signal Oil Company, Franklin, Pa.

Cook, H. E., Lieutenant United States Navy, Inspector of Ordnance and Engineering Materials, Bethlehem Steel Works, South Bethlehem, Pa.

Corse, W. M., Works Manager, Lumen Bearing Co., Buffalo, N. Y.

Corthell, E. L., Civil Engineer, 1 Nassau Street, New York, N. Y.

Cowan, George P., Assistant Engineer, Departement of Engineering and Public Works, Manila, Philippine Islands.

Cremer, Fritz, Metallurgist and Chemist, Marshall-Wells, Hardware Co., Duluth, Minn.

Derleth, Charles, Jr., Professor of Structural Engineering, University of California, Berkeley, Cal.

Detroit Graphite Company, F. W. Davis, Jr., Second Vice-President, 141 Broadway, New York, N. Y.

Edwords, E. J., Superintendend, Melting Department, Firth-Sterling Steel Co., M. Keesport, Pa.

Electrical Testing Laboratories, Clayton H. Sharp, Test Officer, Eightieth Street and East End Avenue, New York, N. Y.

Digitized by Google

Elliott, Arthur H., Engineer and Chemist, Consolidated Gas Co., 4 Irving Place, New York, City.

Emerson Laboratory, The Analytical and Industrial Chemist F. W. Farrell, Chemist, 177 State Str., Springfield, Mass.

Farmer, F. M., Electrical Engineer, Eightieth Street and East End Avenue, New York, N. Y.

Fennel, James T., Inspector, Parker Boiler Co., Penna Bldg., Philadelphia, Pa.

Findley, A. I., Editor, "The Iron Age", 14 Park Place, New York, N. Y.

Fitch, Harry M., Demonstrator, W. P. Fuller Co., 301 Mission Str., San Francisco, Cal.

Fitz Gerald, Francis A. J., Chemical Engineer. Fitz Gerald and Bennie Laboratories, Niagara Falls, N. Y.

Forstall, Alfred E., Consulting Engineer, 58 William Street, New York, N. Y.

Fort, Edwin J., Chief Engineer of Sewers, Borough of Brooklyn, 215 Montague Str., Brooklyn, N. Y.

Franklin Manufacturing Company, H. H., 400 South Geddes Street, Syracuse, N. Y.

French, James B., Bridge Engineer, Room 1276, 50 Church Street, New York, N. Y.

Fulweiler, W. Herbert, Department of Tests, United Gas Improvement Company, Room 514, United Gas Improvement Building, Broad and Arch Streets, Philadelphia, Pa.

Gaines, Richard H., Chemist, Board of Water Supply, New York City, 147 Varick Street, New York, N. Y.

Garrison, O. L., President, Big Muddy Coal and Iron Company, 912 Wainwright Building, St. Louis, Mo.

Glidden, Fred, A., Vice-President, Glidden Varnish Co., Cleveland, Ohio.

Glover, Geo J., General Contractor, 1111 Hibernia Bldg., New Orleans, La.

Goodenough, Walter, Engineer, Stone and Webster Eng. Corporation, Boston, Mass.

Gormully, A. K., Contracting Agent, 570 Str., Broadway, Yonkers, N. Y.

Goss, William F. M., Dean of the Schools of Engineering, University of Illinois, Urbana, Ill.

Green, Herbert, Mechanical Engineer, 1590 Old Colony Building, Chicago, Ill.

Greifenhagen, Edwin O., Office Engineer, Chicago, Milwaukee and St. Paul Railway, 823 Wellington Avenue, Chicago, Ill.

Hilles, Raymond W., Sales Manager, Paint and Varnish Department, S. H. French and Company, York Avenue, Fourth and Callowhill Streets, Philadelphia, Pa.

Holst, J. L., Engineer of Structures, New York Central and Hudson River Railroad, 335 Madison Avenue, New York, N. Y.

Howord, O. Zell, Mechanical Engineer, United States Naval Experiment Station, Annapolis, Md.

Kavanaugh, William H., Professor of Experimental Engineering, University of Minnesota, Minneapolis, Minn.

Kenney, E. F., Metallurgial Engineer, Cambria Steel Company, Johnstown, Pa.

Kinney, William M., Assistant Inspecting Engineer, Universal Portland Cement Company, 522 Frick Building, Pittsburg, Pa.

Knisely, Edward S., Western Representative, Bethlehem Steel Company, Box 1017, Pittsburg, Pa.

Kranz, W. G., Superintendent, Steel Casting Works, The National Malleable Castings Co., Sharon, Pa.

Linder, Oscar, Chief of Testing Laboratories, Western Electric Company, Hawthorne, Ill.

Lindhard, P. T., Secretary, F. L. Smidth Company, 50 Church Street, New York, N. Y.

Loudenbeck, Harry C., Chief Chemist, Westinghouse Air Brake Company, Wilmerding, Pa.

Digitized by Google

Lovell, Alfred, Consulting Eng., 819 Harrison Building, Philadelphia, Pa.

Lynch, T. D., Engineer of Material Tests, Westinghouse Electric and Manufacturing Company, East Pittsburg, Pa.

Lyon, Frank, Lieutenant Commander United States Navy, 50 Franklin Str., Annapolis, Md.

Mc Culloch, John A., Mechanical Engineer, 1111 Park Str., M. Keesport, Pa.

Meriwether, Coleman, President and Chief Engineer, Lock Joint Pipe Co., 165 Broadway, New York City.

Metal Industry, The, Palmer H. Laugdon, Editor and Publisher, 61 Beekman Str., New York City.

Midvale Steel Company, Radclyffe Furness, Engineer in charge of Research, Philadelphia, Pa.

Morris, D. A., Metallurgical Engineer, Nelson Valve Company, Chestnut Hill, Philadelphia.

National Tube Company, Frank N. Speller, Metallurgical Engineer, Frick Building, Pittsburg, Pa.

New Jersey Zinc Co., F. E. Pierce, Engineer, 55 Wall Str., New York City.

Norris, George L., Engineer of Tests, American Vanadium Co., Frick Bldg., Pittsburg, Pa.

Novella, Chas. F., Engineer, Guatemala City, Guatemala.

Ober, Julius E., Metallurgist and Chemist, 222 N. Craig Str., Pittsburg, Pa.

Platt Iron Works Co., The, R. W. Grace, General Supt., Dayton, Ohio.

Powers, W. A., Chief Chemist, Atchison, Topeka and Santa Fé Railroad, Topeka, Kan.

Remington Arms Company, Nathan A. Chase, Chemist, Box 115, Ilion, N. Y.

Rieger, Wm. St., Chemist, Heppenstall, Forge & Knife Co., 5726 Woodmont Str., Pittsburg, Pa.

Rock Products, Fred K. Irvine, Technical Editor, 431 West Main Street, Louisville, Ky.

Rodman, H. B., Chemist, Pennsylvania T. & T. R. R. Company, 345 East Thirty-third Street, New York, N. Y.

Saklatwalla, B., Metallurgist, American Vanadium Co., 227 Halket Str., Pittsburg, Pa.

Salmon, Frederick W., Civil and Mechanical Engineer, 127 South Central Avenue, Burlington, Iowa.

Sang, Alfred, Consulting Engineer, 96 Boulevard de Versailles, St. Cloud (S. et O.), France.

Saunders, Walter M., Analytical and Consulting Chemist, 184 Whitier Avenue, Providence, R. I.

Smith, Emery and Company, Chemists and Chemical Engineers, 651 Howard Street, San Francisco, Cal.

Snelling, Walter O., Explosivic Chemist, U. S. Geological Survey, 40th Butler Str., Pittsburg, Pa.

Spare, C. R., Vice-President, American Manganese Bronze Company, Holmesburg, Philadelphia, Pa.

Spaulding, Ralph E., Instructor in Civil Engineering, Worcester Polytechnic Institute, 210 West Str., Worcester, Mass.

Sperry, Edwin S., Metallurgist, The Brass World, 260 John Str., Bridgeport, Conn.

Stafford, Samuel G., Vice-President and General Manager, Vulkan Crucible Steel Company, Alequippa, Pa.

Strickler, G. B., Resident Engineer, Almendares River Bridge, Havanna Cuba.

Taylor, C. Marshall, Supt. Tie Treating Plant, Philad. and Reading Ly. Philadelphia.

Testing Laboratory, City of St. Louis, Monr. Schuyler, Engineer in Charge, Kingshighway and Eager Road, St. Louis, Mo.

Tiemann, Hugh. P., Metallurgist, Carnegie Steel Co., Pittsburg, Pa.

Tulane University, Department of Experimental Engineering, W. B. Gregory, New Orleans, La.

Digitized by Google

Unger, J. S., Manager, Central Research Laboratory, Carnegie Steel Company, Duquesne, Pa.

Union Drawn Steel Company, F. N. Beegle, President Beaver Falls, Pa.

United States Gutta Percha Paint Company, Herbert W. Rice, Secretary, Providence, R. I.

Viele, Blackwell and Buck, Consulting Engineers, 49 Wall Street, New York, N. Y.

Von Schrenk, Hermann, Von Schrenk, Fulks and Kammerer, Consulting Timber Engineers, Tower Grove and Fled Avenue, St. Louis, Mo.

Voorhess, S. S., Engineer of Tests, Technologic Branch United States Geological Survey, Washington, D. C.

Webster, Wm. R., General Superintendent, Bridgeport Brass Co., Bridgeport, Conn.

White, G. D., Manager, Patton Paint Company, Newark, N. J.

Whitehead. Allen O., Assistant Manager, The Whitehead Iron Steel Co, Iredeger, Monmouthshire, England.

Winchester Repeating Arms Company, R. L. Penney, in charge of Physical Laboratory, New Haven, Conn.

Wint, Rufus W. G., Chemist, care of Firth-Sterling Steel Company, P. O. Box 812, Washington, D. C.

Changements d'adresses — Geänderte Adressen — Changed Addresses.

Boller and Hodge, Consulting Engineers, 149 Broadway, New York, N. Y.

Davis, Chandler, Civil Engineer, 11 Broadway, New York, N. Y.

Diller, H. E., Metallurgist, Research Laboratory, General Electric Co., Schenectady, N. Y.

Eilers, A., Member of Executive Committee of the American Smelting and Refining Company, 165 Broadway, New York, N. Y.

Elliott, George K., Chief Chemist and Metallurgist. The Lunkenheimer Company, Cincinnati, Ohio.

Emery, A. H., Civil Engineer, 288 Main Street, Stamford, Conn.

Erlandsen, Oskar, President, Metropolis Engineering Co., 359 Fulton Str., Jamaica, N. Y.

Gibboney. James H., Chief Chemist, Norfolk and Western Railway Company, 414 thirteenth Av., S. W., Roanoke, Va.

Hancock, E. L., Professor of Applied Mechanics, Worcester Polytechnic Institute, Worcester, Mass.

Hand, Elwood Stokes, Engineer, The Continuons Glass Press Co., 381 Fourth Av, New York City.

Hoff, Olaf, Vice-President, Butler Brothers Construction Company, 1170 Broadway, New York, N. Y.

Howe, Henry M., Professor of Metallurgy Columbia University New York, Acting President of the Internat. Association for Testing Materials, Broad Brook Road, Bedford Hills, New York.

Humphrey, Richard L., Consulting Engineer and Chemist, 805 Harrison Building, Philadelpia, Pa.

Hunt, Loren E., Bureau of Engineering, Department of Public Works, San Francisco. Cal., For Mail, 38 Sixth Av., San Francisco, Cal.

Illinois Central Railroad Company, J. T. Harahan, Engineer, Commercial National Bank Building, Chicago, Ill.

Jewett, J. Y., Cement Expert. United States Reclamation Service, 408 Commonwealth Building, Denver, Colo.

Digitized by Google

Kirchhoff, C., 422 West End Av., New York, N. Y.

Lowther, Burton, Constructing Engineer, Water Works Dept., 2608 Brooklyn Avenue, Kansas City, Mo.

Luehrs, Daniel M., Mechanical Engineer, McCreery Engineering Co., Toledo, O.

Mack, J. Lathrop, Chemist, 211, Pleasant Str., Independence, Mo.

Maclay, William W., Consulting Engineer, 102 Erskine Street, Detroit, Mich.

McKenna, Charles F., Chemist, 1553 Hudson Terminal Building, 50 Church Street, New York. N. Y.

Polk, W. A., Associated with The Lowe Bros. Co., Paint, Varnish and Color Maters, Dayton, Ohio. For Mail: The Engineers Club, 3th W., 40th Str., New York City.

Reuter, Ludwig, P. O. Box 503 Monterey, Mexico.

Richardson, Clifford, Asphalt Expert, New York Testing Laboratory, 30 Church Str., New York City.

Riddell, E. S, Riddell & Mc Creary, 609 Berkeley Nat. Bank Building, Berkeley, Cal.

Skinner, Orville Campbell, Asst. Superintendent, Standard Steel Works, Burnham, Pa.

Snow, J. P., Chief Engineer, Boston and Maine Railroad, Boston, Mass. For Mail: 58 Chandler Street, West Somerville, Mass.

Spencer, Herbert, Civil Engineer, 26 Broadway, New York, N. Y.

Standard Steel Works, J. P. Sykes, Superintendent, Burnham, Pa.

Swain, George F., Professor of Civil Engineering, Graduate School of Applied Science Harvard University, Pierce Hall, Oxford Str., Cambridge, Mass.

Technischer Verein, Pittsburg, Franz Denk. Secretary, 222 Craft Av., Pittsburg, Pa.

Vredenburgh, Watson, Jr., Member, Hildreth and Company. Engineers, 135 Broadway, New York, N. Y.

Walker, Joseph F., with Patton Paint Co., New York, N. Y. For Mail: 1431 Powell Str., Norristown, Pa.

Weld, Harold Kenneth, Assistant to Material Engineer, Engineering Department, Chicago Telephone Company, 311 Maple Avenue, Oak Park, Ill.

Démissionnaires ou décédés — Ausgetreten oder gestorben — Resigned or deceased.

Barnsley, George T., Pittsburg, Pa.
Bowers, F. C., Washington, D. C.
Brunner, John, Chicago, Ill.
De Armond, W. C., Philadelphia.
Dudley, Charles B., Altoona, Pa. (†)
Gray, Thomas Tarvin, Bayonne, N. J. (†)
Gregory, W. B., New Orleans, La.
Johnson, Edmund, Yankton, S. Dak.
Lemen, W. W., Engineer of Tests, Roanoke, Va., Norfolk and Western Railway.
Mc Court, St. Louis, Mo.
New England Gas and Coke Company, The, Boston, Mass.
Noyes, William A., Urbana, Ill.
Richards, W. D., Boston, Mass.,
Robinson, Holton D., New York, N. Y.
Scott, W. G., Chicago, Ill.
Strobel, Charles, Consulting Engineer, Chicago, Ill.
Von Ammon, S , London, W. C., Engl.
Wemlinger, J. R., New York, N. Y.

Digitized by Google

France — Frankreich — France.

Nouveaux membres — Neue Mitglieder — New Members.

Barrillon, Ingénieur de la Marine, Arsenal de Lorient (Morbihan).

Berlhe (de), Ingénieur en chef du Bureau Veritas, 8, Place de la Bourse, Paris, IIe.

Bley (André), Ingénieur aux Forges, Allevard (Isère).

Blumstein, Chimiste, 1bis, rue Daumesnil, Vincennes (Seine).

Caplain (Marcel), 86, quai de Jemmapes, Paris Xe.

Cavalier, Recteur de l'Académie de Poitiers (Vienne).

Cavallier, Administrateur-Directeur des Usines de Pont-à-Mousson (Meurthe-et-Moselle).

Damour, Administrateur délégué des Fonderies de Bayard (Haute-Marne).

Davidsen, Ingenieur, 5, Rue Fénelon, Paris, Xe.

Direction administrative des Travaux de Paris, Service technique de la Voie Publique et de l'Eclairage:
Boreux, Inspecteur Général chargé du Service, 4, Avenue Victoria, Paris, IVe.
L'Ingénier de la 5e Section, 2, Place Denfert-Rochereau, Paris, XIVe.

Eyrolles, Directeur de l'Ecole Spéciale des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Industrie, Arcueil-Cachan (Seine).

Grard, Capitaine d'Artillerie, 7, rue de Sontay, Paris, XVIe.

Grenet, Ingénieur de la Société Lorraine des Anciens Etablissements de Dietrich et Cie. de Lunéville, 27, rue de Corneilles, Argenteuil (Seine-et-Oise).

Hardy (Marcel), Ingénieur aux Aciéries J. Holtzer, Unieux (Loire).

Laborbe, Ingénieur civil, 9, rue de Verneuil, Paris, VIIe.

Lebrec, Ingénieur, 1, avenue centrale, Viroflay (Seine-et-Oise).

Lecler (Paul), Ingénieur des Arts et Manufactures, Châtellerault (Vienne).

Marion (Alphonse), Administrateur-Directeur de la Générale des Peintures Sous-Marines, 2, Rue Corneille, Marseille (Bouches-du-Rhône).

Maynard (Ernest), Rentier, Villa Poirier, Nr. 1 (90, rue Lecourbe), Paris, XVe.

Mignot, Président de l'Association des Anciens Elèves du Cours supérieur des Etablissements Schneider et Cie., 3, rue de Moulins, Le Creusot (Saône-et-Loire).

Pitaval (Robert), Ingénieur civil des Mines, 105, avenue du Roule, Neuilly-sur-Seine (Seine).

Rosa (Edgardo), Membre de la Société des Ingénieurs Allemands, Directeur de la Maison Sirius, des Ateliers Hébrard et Cie, 88, Boulevard Magenta, Paris, Xe

Société des Chaux et Ciments Romain Boyer, 5, rue Cannebière, Marseille (Bouches-du-Rhône).

Société des Forges de Denain et Anzin, Denain (Nord).

Société des Forges de Denain et Anzin, 12, rue d'Athènes, Paris, IXe.

Station d'essais du Comité central des houillères de France, Liévin (Pas-de-Calais).

Changement d'adresses — Geänderte Adressen — Changed Addresses.

Alexandre, P., Inspecteur général des Ponts et Chaussées, 17, Chaussée de la Muette, Paris, XVIe.

Arbel, P., Administrateur délégué des Etablissements Arbel et des Forges de Douai, 28, rue du Rocher, Paris, VIIIe.

Breuil, Secrétaire général des Usines du Hainaut, à Couillet (Belgique).

Boudouard, Docteur et sciences, 23, Rue Champlouis, Corbeil (Seine et Oise).

Colomb, Directeur de l'Agence de la Société Pavin de Lafarge, à Paris, 53, rue de Châteaudun, Paris, IXe.

Digitized by Google

Comte, Capitaine du Génie, Chef du Service du Laboratoire du Génie militaire à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais) 26, rue Wissocq.

Dumas, Ingenieur-Représentant de la Société des Forges et Aciéries du Nord et de l'Est, 24, Rue de Turin, Paris, VIIIe.

Guillery, Ingénieur, 44, Avenue de Ségur, Paris, XVe.

Herscher, Ingénieur en Chef du Service de la Traction à la Cie. P. L. M., 20, Boulevard Diderot, Paris, XIIe.

Huillier, F., Ingénieur Principal du Matériel des Chemins de fer de l'Etat, 17, rue Legendre, Paris, XVIIe.

Lambert, De, Ingénieur-Conseil, 90, Boulevard du Nord, Lyon (Rhône).

Le Chatelier (Charles), Ingénieur Civil des Mines, Compagnie des Forges et Aciéries de Chatillon, Commentry et Neuves-Maisons, 45 bis, Rue Barathon, Montluçon (Allier).

Leduc, Chef de section au Laboratoire du Conservatoire National des Arts et Métiers, 11, avenue Joannès, Gagny (Seine-et-Oise).

Lemelle (Georges), 77 bis, Rue Monge Paris, Ve.

Maynard, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Pithiviers (Loiret).

Petitpas, Ingénieur des Constructions Civiles, 4, Rue du Pont Louis-Philippe, Paris, IVe.

Rabut Charles, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef du Service des Travaux neufs des chemins de fer de l'Etat, 4, rue Bara, Paris, VIe.

Schœndœrffer, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées, 50, Boulevard St. Jaques, Paris, XIVe.

Schving, Capitaine d'Artillerie en retraite, Ingénieur Civil, 10, Rue La Ferrière, Paris, IXe.

Viennot, Ingénieur des Arts et Manufactures, 107, Rue Ordener. Paris, XVIIIe.

Démissionnaires ou décédés — Ausgetreten oder gestorben — Resigned or deceased.

Armand, Lyon (Rhône).
Carpentier, Paris, VIe.
Da Silva Freire (voir le Brésil).
Escalles, Isbergues (Pas-de-Calais).
Gandillot, Paris.
Le Chatelier, Jaques, Paris, VIe.
Merklen, Paris.
Michel-Lévy, H., Paris XVIe.
Nay de Mézence, Jaques, Paris, VIIIe.

Grande Bretagne — Großbritannien — Great Britain.

Nouveaux membres — Neue Mitglieder — New Members.

Adamson, Ebenezer, 23 Priory Road, Sheffield.
Archbutt, Leonard, F. I. C., F. C. S., 4 Madeley Street, Derby.
Ashdown, Herbert Henry, 88 Southgrove Road, Sheffield.
Blyth, G. H., Blue Lias Lime and Cement Works, Stockton, Rugby.
Brain, Henry Alfred, 106 Queen's Gate, London S. W.
Brearley, Arthur William, Salamander Works, Riga, Russia.
Brown, H. Edon, Messrs. Hall & Co., Croydon, Ltd., Cement Works, Beddington, West Croydon.
Butler, David Butler, 41 Old Queen Street, Westminster, London S. W.
Concrete and Constructional Engineering, Dewar House, Haymarket, S. W.

Digitized by Google

Dickenson, John Henry Soar, River Don Works, Sheffield.
Dixon, Stephen M., The University, Edgbaston, Birmingham.
The Engineer, 33 Norfolk Street, Strand, W. C.
Ewan, John L., 3 Cambrian Grove, Gravesend, Kent.
Fairholme, Frederick Charles, Norfolk Works, Sheffield.
Hall, Joseph, Managing Director, Messrs. Hall & Co., Croydon, Ltd., Victoria Wharf, Cherry Orchard Road, Croydon.
Hatfield, W. H., 26 Meersbrook Road, Sheffield.
Hawxhurst, Robert Jr., Consulting Engineer, 62 London Wall, London, Engl.
Hethey, Gustav, Salisbury House, London Wall, E. C.
Hummel, Frank Harvey, M. Sc., The University, Edgbaston Birmingham.
Jeans, Harold, Messrs. Eagland & Co., Ltd., 165, Strand, W. C.
Kaye, Lister Lister, Southam Works, Rugby.
Liddell, Arthur R., Herderstraße 14 (III), Charlottenburg, (Germany).
Lloyd's Register of British and Foreign Shipping, 71, Fenchurch Street, London, E. C.
Maxted, George Vincent, Burnett Avenue, Hull.
Pilkington, Herbert, Sheepbridge Coal and Iron Co., Ltd., Chesterfield.
Rapelli, Luis, 8 Grenville Street, Brunswick Square, W. C.
Rapelli W., 8 Grenville Street, Brunswick Square, W. C.
Rees, Colonel William D., Metropolitan Bank Chambers, Wind Street, Swansea.
Ridsdale, Charles Henry, F. I. C., F. C. S., Ravenscroft, Roman Road, Middlesbrough.
Robinson, Sydney Greenwood, Palace Chambers, 9 Bridge Street, Westminster, London S. W.
Rosenhain, Walter, B. A. National Physical Laboratory, Bushy House, Teddington, Middlesex.
Sharrock, C. W., The Wouldham Cement Co., Lion Works, West Thurrock.
Spackman, Charles, Rosehaugh, Clitheroe, Lancashire.
Stanger, Reginald H. Hursthouse, Broadway Testing Works, 2 Broadway, Westminster, London, S. W.
Stewart, Percy M., Messrs. B. J. Forder & Son, Ltd., 104 High Holborn, W. C.
Taylor, Herbert George, B. A., Elswick Works, Newcastle-on-Tyne.
Trechmann, Adolph O., Halling Cement Works, near Rochester, Kent.
Walber, Wm Alexander, 38 Victoria Street, Westminster, London S. W.
White, Fred. Anthony, 170 Queen's Gate, London S. W.
Willis, Thomas Wilkinson, The Elm, Wadsley Bridge, via Sheffield.

Changement d'adresses — Geänderte Adressen — Changed Addresses.

Bagnall-Wild, Captain R. K., 221 Tottenham Court Road, London, W.
British Weights and Measures Association 12 Exchange Street, Manchester.
Cawley, George, 82 Victoria Street, Westminster, London, S. W.
Ellis, O. L, c/o Messrs. Minimax, Ltd., Royal London House, Finsbury Square, London, E. C.
Hogg, T. W., Newburn Steel Works, Newcastle-on-Tyne.
Mason Cecil C., Cambridge Scientific Instrument Co., Ltd., Chesterton Road, Cambridge.
Roberts, G. H., 3 Blessington Road, Lee, S. E.
Robertson, F. E., C. I. E., c/o Rendel & Robertson, 13, Dartmouth Street, Westminster, London, S. W.
Sachs, Edwin O., 10a Waterloo Place, Pall Mall, S. W.
Siemens, A., Caxton House, Westminster, London, S. W.
While, James M., Haughton Hall, Haughton-le-Skerne, Darlington.
Whitwell, Wm., Thornaby Iron Works, Stockton-on-Tees.

Digitized by Google

Hollande — Holland.

Nouveaux membres — Neue Mitglieder — New Members.

Bienfait, J., Direktor der Automobilfabrik „Trompenburg", Amsterdam.

Boon, A. A., Civil-Ingenieur, Utrecht.

Hongrie — Ungarn — Hungary.

Nouveaux membres — Neue Mitglieder — New Members.

Bálint, Béla, dpl. Ing., Budapest, VIII., József körút 9.

Direktion der kgl. ungar. Staatsbahnen, Budapest, Andrassy ut 75.

Vertreter:

Marx, János, Präsident der kgl. ung. Staatsbahnen.

Papp, János, kgl. Rat, Direktor-Stellvertreter, statt **Novelly E.**

Förster, Ferd. v., kgl. Ministerialrat, Budapest, Pannonia utcza 2c.

Haupt- und Residenzstadt Budapest. (Budapest székesfőváros.)

Vertreter:

Bochm, August, Ingenieur der Haupt- u. Residenzstadt Budapest, VII., Damjanich utcza 51.

Szívós, Julius, Oberingenieur der Haupt- u. Residenzstadt Budapest, I., Mihály utcza 3.

Hauenschild, A., Direktor der Union Zementfabrik, Beocsin.

Königl. ung. Handels (Kereskedelmi)-Ministerium.

Vertreter:

Edvi Illés Aladár, Sektionsrat, Budapest, Láncz hid utcza 1.

Gállik, St., Technischer Rat, Budapest, Albrecht út 18.

Kossalka, J., Technischer Rat, Budapest, Albrecht út 18.

Ladányi Eug., Gewerbeinspektor, Budapest, Lánchid utcza 1.

Königl. ung. Seebehörde in Fiume. (Tengereszeti Hatóság.)

Jachzel, Joachim, Betriebsleiter der ung. Asphalt-Act.-Ges., Tataros bei Mezőtelegd.

Lázár v. Z., Direktor d. Rimamurány-Salgó-Tarjáner Eisenwerke, Budapest, V. Nádor utcza 36.

Müller, Johann, königl. Rat, Oberinspektor der kgl. ung. Staatsbahnen, Budapest, VI. Andrássy út 73/75.

Rösch, Fr., Direktor d. Rimamurány-Salgó-Tarjáner Eisenwerke, Ózd.

Rózsa, Mihály, Direktor der ung. Asphalt-Akt.-Gesellschaft, Budapest, V. Nádor utcza 4.

Weisinger, Georg, Steinmetzmeister, Budapest, VIII. József utcza 15.

Zentraldirektion der königl. ungar. Staatseisenwerke Budapest, X. Kőbányai út 21.

Weitere Vertreter:

Friedmann, A., Inspektor, Diósgyör, aczélgyár.

Fábry, Zs., Ing., Diósgyör, aczélgyár.

Krecsméry, V., Ingenieur, Zólyombrezó, hengermü.

Digitized by Google

Changements d'adresses — Geänderte Adressen — Changed Addresses.

Betriebsdirektion der ung. Linien der k. k. priv. Südbahngesellschaft.
Vertreter:
Breuer, M., Direktor, Mészáros utcza 19.

Gelléri, S., Chemiker, Direktor, Selyp (Nógrád).

Just, Fr., dpl. Ing., Inspektor der kgl. ung. Staatsbahnen, Győr.

Mentsik, F., Dr., Ministerialrat, Budapest, V. Akadémia utcza 1.

Misángyi, W., Dr., Ing., Maschinen-ingenieur der kgl. ung. Staatsbahnen, VIII., Bezerédi utcza 10., III. 25.

Schustler, J., Ingenieur, Beton-Bauunternehmer, Budapest, VIII. József-körút 63.

Teleszky, J., Staatssekretär, Budapest, IV. Eskütér 5.

Zelovich, K. von, Direktor-Stellv. der kgl. ung. Staatsbahnen, Budapest, Andrássy út 73.

Fleischmann, V., Direktor-Stellv. und Vorstand des Diósgyőrer Eisenwerkes, Diósgyőr, aczélgyár.

Zielinszki, Sz., Dr., Ingenieur, Professor am Polytechnikum, Budapest, I. Műegyetem.

Démissionnaires ou décédés — Ausgetreten oder gestorben — Resigned or deceased.

Gränzenstein, B., Budapest.
Récsey, E., Budapest.
Sartory, O., Nagykanizsa.

Italie — Italien — Italy.

Nouveaux membres — Neue Mitglieder — New Members.

Bellotti prof. ing. **Giulio**, Firenze, Via dei Martelli 9.

Borgatti Colonnello **Mariano**, Ispettorato Generale del Genio, Roma.

Lenci ing. **Giuseppe**, Firenze, Via Cavour 21.

Molli ing. **Stefano**, Torino, Corso S. Maurizio 81.

Scifoni ing. **Enrico**, Roma, Via S. Chiara 33.

Società degli Alfi Forni, Fonderie e Acciacierie, Roma, Piazza Venezia 11.

Changements d'adresses — Geänderte Adressen — Changed Addresses.

Panetti ing. **Modesto**, Professore di meccanica applicata nel R° Politecnico di Torino.

Pesenti Fratelli fu Antonio, (Ditta). — Società riunite «Italiana» e «Fratelli Pesenti» — Fabbrica di cementi, calci ecc. Alzano Maggiore. (Prov., di Bergamo).

Démissionnaires ou décédés — Ausgetreten oder gestorben — Resigned or deceased.

Bruno ing. **Gaetano**, Napoli.

Rebuffat dott. **Orazio**, Napoli.

Digitized by Google

Japon — Japan — Japan.

Nouveaux membres — Neue Mitglieder — New Members.

Yamaguchi, Junnosuke, Director, Imperial Japanese Railway, Shimbashi, Tokyo, Japan.

Tsurumi, Shoshiro, Ingénieur, Prof. à l'Ecole technique supérieure Osaka, Japan.

Norvège — Norwegen — Norway.

Nouveaux membres — Neue Mitglieder — New Members.

Gram, Joh., Dr., Chemiker, norweg. Staatsbahnen, Kristiania.

Hönefos Handwerk- u. Industrieverein, Hönefos.

Norwegische Portland Cement Kontor, Kristiania.

Olafsen, E., Ingenieur der kgl. norweg. Wegebaudirektion, Kristiania.

Stavanger Handwerk- und Industrieverein, Stavanger.

Sönsteby, A., Ingenieur der norweg. Staatsbahnen, Kristiania.

Changements d'adresses — Geänderte Adressen — Changed Addresses.

Heje, K., Abteilungs-Ingenieur der Staatsbahnen, Stören.

Saxegaard, M., Ober-Ingenieur der Staatsbahnen, Aandalsnes.

Démissionnaires ou décédés — Ausgetreten oder gestorben — Resigned or deceased.

Morris, Dr., Kristiania.

Thams & Cie., M., Trondhjem.

Widerburg, Kristiania.

Panama.

Nouveaux membres — Neue Mitglieder — New Members.

Flynn, J. H. Jr., Mechanical Engineer, Gorgona, Canal Zone, Panama.

Lipscy, Thomas E. L., Assistant Engineer, Culebra, Canal Zone, Panama.

Schildhauer, Edward, Electrical and Mechanical Engineer, Isthmian Canal Commission, Department of Construction and Engineering, Culebra, Canal Zone, Panama.

Digitized by Google

Portugal.

Nouveaux membres — Neue Mitglieder — New Members.

Filho, Alberto Leao, Engenheiro Civil, R. Duqueza de Bragança, 932 Porto.

Galhardo (H.), Capitaine du Génie, Directeur technique de l'usine à ciment Portland artificiel „Tejo" à Alhandra, Lisbonne, Rua da Infancia, 4, 2º.

Luciano de Carvalho, A., Inspector dos Edificios Publicas e Minas, Praça dos Restauradores, 46, 2º, Lisbonne.

Démissionaires ou décédés — Ausgetreten oder gestorben — Resigned or deceased.

Juzarte-Caldeira (Carlos Augusto), Lisbonne. (†)

Leproux (André), Lisbonne. (†)

Roumanie — Rumänien — Roumania.

Nouveaux membres — Neue Mitglieder — New Members.

Lintesco Sava, Ingénieur, Souschef de Service aux chemins de fer de l'Etat, strada Brutari No. 10, Bucarest.

Mathias, M., Ingénieur, Chef du bureau principal aux chemins de fer de l'Etat, Strada Toammei No. 53, Bucarest.

Saligny M., Ingén. au Service Hydraulic M. L. P., strada Occident Nr. 10, Bucarest.

Démissionnaires ou décédés — Ausgetreten oder gestorben — Resigned or deceased.

Ceaicovski E., ing., Bucarest.

Șantierul Naval, Turnu-Severin.

Russie — Rußland — Russia.

Nouveaux membres — Neue Mitglieder — New Members.

Administration du chemin de fer de Moscou-Kazan.

Administration du chemin de fer de Moscou-Vindan.

Administration de chemin de fer de Riazan-Oural, Saratow.

Représentants:

Koschéliaéff, S., Directeur du Laboratoire, ingénieur-technologue.

Soundetschitsch, D., Ingénieur-technologue, Chef des Ateliers de Saratow.

Endrjééwsky, L., ingénieur-technologue, adjoint à la Section Technique de l'Administration du chemin de fer de Riazan-Oural.

Administration du chemin de fer de Transbaïkal, Irkoutsk.

Représentants:

Korgouéff, V., Ingénieur en Chef du Service de la Voie.

Fedoroff, Kh., Ingénieur en Chef du Service de la Traction.

Digitized by Google

Kropatscheff, G., ingénieur-technologue, Directeur du Laboratoire.

Administration du chemin de fer de Varsovie-Vienne.
Représentants:
Wassiutinsky, A.
Kolendo, W.
Tscharkowsky, M.

Hillereoy, A., Direktor der Eisenhütte der Donetzgesellschaft in Drouchkowka, Südeisenbahnen.

Ivanoff, Colonel du Corps du Génie militaire; Karakliss, gouv. d'Erivane, Caucase.

Ollagnier C., Ober-Ingenieur der Eisengießerei Huta-Bankowa, Station Dombrowa. Warschau - Wiener Eisenbahn.

Rosenhardt, R., représentant des Usines de Handtke, St. Pétersbourg, Kazanskaya 3.

Zaborowsky, S., Ekathérinoslaw, Ecole supéririeure des Mines.

Démissionnaires ou décédés — Ausgetreten oder gestorben — Resigned or deceased.

Ezeleff, G., Saint-Pétersbourg.
Menchouthine, B., St.-Pétersbourg.
Perard, Drouchkowka.
Perraudin, Th., Huta-Bankowa, Station Dombrowa.
Saloff, B., St.-Pétersbourg.

Serbie — Serbien — Servia.

Décédés — Gestorben — Deceased.

Kleritsch, Staatsrat i. P., Belgrad. (†)

Suède — Schweden — Sweden.

Nouveaux membres — Neue Mitglieder — New Members.

Granberg, M., Ingeniör, Skånska Cementgjuteriets Filial, Göteborg.

Hyllinge Stenkols- och Lerindustri Aktiebolag, Hyllingen Grufva.

Jehander S., Ingeniör, Glimakra, Skåne.

Kärfve, S. A., Ingeniör, Skånska Cement Aktiebolaget, Limhamn.

Lindahl, P. Ax., Öfverstelöjtnant, Sibyllegatan 53, Stockholm.

Malmberg, G., Ingeniör, Kohlswa Jernverk., Kohlswa.

Démissionnaires ou décédés — Ausgetreten oder gestorben — Resigned or deceased.

Böck, N. S. son, Stockholm.
Cronquist, G. W., Grufva.
Laval, G. de, Dr., Stockholm.

Digitized by Google

Suisse — Schweiz — Switzerland.

Nouveaux membres — Neue Mitglieder — New Members.

Baer, Dr. C. H., Architekt und Redakteur, Zürich, V. Feldaggstraße 43.
Direction de l'Ecole d'Ingén. de l'Université de Lausanne.
Portlandzementfabrik Laufen, A.-G., Laufen.
Société anonyme des chaux et ciments de Baulmes et Vauvry, Baulmes.
Reymond Fritz, i. Fa. Reymond & Co., Biel.
Usteri-Reinacher, Th., Ingenieur, Fabrik für Präzisions-Instrumente, Zürich, Trittligasse 34/36.
Zement- und Kalkfabriken R. Vigier, A.-G., Luterbach.
Zipkes, S., Ingenieur, Techn. Bureau und Unternehmung für Eisenbetonbauten, Zürich,

Démissionnaires ou décédés — Ausgetreten oder gestorben — Resigned or deceased.

Gugler, K., Zürich.

Digitized by Google

MITTEILUNGEN
DES INTERNATIONALEN VERBANDES FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK.

Erscheinen in zwanglosen Heften, wenigstens 4 mal jährlich, in deutscher, französischer und englischer Ausgabe. Für Mitglieder des Verbandes unentgeltlich.

WIEN, 6. Dezemb. 1909. Nr. 13.

Preis dieser Nummer für Nichtmitglieder M 1·—. Kommissionsverlag für die deutsche Ausgabe: J. Springer, Berlin N. 24, Monbijouplatz 3.

Inhalt: Geschäftliche Mitteilungen und Kongreßberichte.

Diese Nummer enthält:

Besondere Mitteilungen.

Statuten des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik.

Das **Protokoll der XIX. Vorstandssitzung**, abgeh. in Kopenhagen, Sept. 1909.

Über **die Vereinheitlichung des Prüfungsverfahrens von Gußeisen.** Offizieller Bericht, vorgelegt vom Präsidenten der Kommission 25, Dr. **R. Moldenke**, New-York (V_2).

Aufstellung von internationalen Lieferungsbedingungen für Eisen und Stahl. (Fortsetzung.) **Gußeisen.** Provisorischer Entwurf. Unterausschußbericht. Vorgelegt vom Obmann der Kommission I, Dr. Ing. **A. v. Rieppel**, Nürnberg ($VIII_2$).

Zement im Meerwasser. Von **A. Poulsen**, Lemvig (XI_4).

Besondere Mitteilungen.

Die Veröffentlichung des Kopenhagener Kongreßprotokolles beginnt demnächst in Nr. 14 der Mitteilungen.

Im nachstehenden werden einige Kongreßbeschlüsse allgemeiner Natur besonders zur Kenntnis gebracht. Bezüglich der anderen Kongreßbeschlüsse siehe den 3. Tag der XIX. Vorstandssitzung.

Der Kongreß hat Herrn Charles B. Dudley in Altoona, Chef-Chemiker der Pennsylvania-Bahn und Präsident der American Society for Testing Materials, einstimmig zum Präsidenten des Verbandes gewählt.

Der abtretende Präsident, Herr Ing. Alex. Foß, wurde unter Ausdruck des Dankes für seine Wirksamkeit zum lebenslänglichen Vorstandsmitglied ernannt.

Digitized by Google

Der Kongreß hat beschlossen, den ***VI. Kongress*** *über Einladung des amerikanischen Verbandes für Materialprüfungen* ***im Herbste 1912 in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika abzuhalten.***

Der Kongreß hat die von Sr. Exzellenz Herrn Prof. Dr. Ing. N. Belelubsky übermittelte Einladung der russischen Regierung, den VII. Kongreß in St. Petersburg abzuhalten, mit großem Danke und mit Sympathie angenommen.

Mit Rücksicht auf die große Bedeutung für die öffentliche Sicherheit, welche den Arbeiten des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik innewohnt und mit Rücksicht auf die Notwendigkeit, diese Arbeiten in immer weiteren Kreisen bekannt zu machen und die finanzielle Grundlage für diese Tätigkeit sicherzustellen, hat der Kongreß beschlossen, den Vorstand zu beauftragen, die Aufmerksamkeit der Regierungen und öffentlichen Körperschaften, ferner wissenschaftlicher und industrieller Unternehmungen auf die Tätigkeit des Internationalen Verbandes in erhöhterem Maße, als dies bisher der Fall war, hinzulenken und sie zu veranlassen, ihr Interesse für die Verbandsarbeiten durch eine wirksame finanzielle Unterstützung zu bekunden.

Mit Rücksicht darauf, daß dem Verbande durch die Herausgabe und unentgeltliche Verteilung der Mitteilungen erhöhte Kosten erwachsen, durch diesen Vorgang jedoch die Sache der Materialprüfung eine wesentliche Förderung erhält, hat der Vorstand beschlossen, ***den Jahresbeitrag ab 1. Jänner 1910 von 7 Frcs. 50 auf 10 Frcs. (8 M = 9 K 50) zu erhöhen,*** *und hat diesen Beschluß dem Kongresse zur Kenntnis gebracht.*

Änderungen in den Kommissionen:

An Stelle des H. Direktor A. Schrafl ist H. ***A. Bertschinger,*** *Präsident der Kreisdirektion III der schweizerischen Bundesbahnen in Zürich, in die* ***Kommission 1*** *eingetreten.*

Herr ***J. Jachziel,*** *Betriebsleiter der Ungarischen Asphalt-Aktiengesellschaft in Tataros (Mezö-Telegd), ist der* ***Kommission 34*** *beigetreten.*

Digitized by Google

MITTEILUNGEN
DES INTERNATIONALEN VERBANDES FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

Erscheinen in zwanglosen Heften, wenigstens 4 mal jährlich, in deutscher, französischer und englischer Ausgabe. Für Mitglieder des Verbandes unentgeltlich.

WIEN,
28. Dez. 1909.
Nr. 14.

Preis dieser Nummer für Nichtmitglieder M —·—. Kommissionsverlag für die deutsche Ausgabe: J. Springer, Berlin N. 24, Monbijouplatz 3.

Inhalt: Geschäftliche Mitteilungen.

Präsident Charles B. Dudley †.

Wir erhalten aus Philadelphia die erschütternde Nachricht, daß unser verehrter Präsident Herr Charles B. Dudley am 21. d. M. verschieden ist.

Es ist erst ein Vierteljahr verflossen, seitdem der Kongreß den hochverdienten Forscher unter einstimmiger Begeisterung zur höchsten Ehrenstelle des Verbandes berief und daß Herr Dudley diese schwere Aufgabe mit aller Zuversicht und Arbeitsfreude übernahm. Sein ganzes Leben habe er in der Materialprüfung verbracht, sagte er in seiner schlichten Dankrede an die Versammlung, und nun, da er dem Ende seines Lebenswerkes entgegengehe, erweise ihm der Verband die höchste Ehre, die ihm je im Leben zuteil geworden sei.

Es ist ein tragisches Geschick, daß der betagte Forscher, dessen Name in der Geschichte der technischen Wissenschaften für immer ehrenvoll eingetragen ist, sich dieser hohen Anerkennung seiner Fachgenossen aus allen Ländern der Welt nur so kurze Zeit erfreuen durfte.

Für den Verband bedeutet es den schmerzlichsten Verlust, daß das Wirken seines neugewählten Präsidenten

Digitized by Google

einen so frühzeitigen Abbruch erlitten hat. Herr Dudley war von dem Augenblicke an, wo er das schwierige Amt eines Präsidenten übernommen, mit wahrhaft jugendlichem Eifer daran gegangen, die Wege zu ebnen, um dem Verbande die künftige Entwickelung zu erleichtern, ihm die Erreichung seiner großen Ziele zu ermöglichen und den Erfolg des kommenden Kongresses zu sichern.

Ein hervorragender Forscher, ein zielbewußter und unermüdlicher Arbeiter, dabei ein Mensch von rührender Güte und von einer Schlichtheit des Wesens, die an die großen Männer der amerikanischen Tradition gemahnt: so wird der Teuere in der Erinnerung aller fortleben, die das Glück hatten, ihn kennen zu lernen.

Der Verband wird ihm für immer ein dankbares Andenken bewahren.

Ernst Reitler
Generalsekretär.

A. Martens
I. Vize-Präsident.

Bis zur statutengemäßen Betrauung eines Vorstandsmitgliedes mit der Führung der Präsidialgeschäfte wird der I. Vize-Präsident Herr Geheimrat Prof. Dr. Ing. A. Martens den Verband weiterleiten.

Digitized by Google

DER V. KONGRESS

DES INTERNATIONALEN VERBANDES FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK.

ABGEHALTEN IN KOPENHAGEN
VOM 7. BIS 11. SEPTEMBER 1909.

RÜCKBLICK AUF DEN KONGRESS.

I. ABTEILUNG: DIE DEM KONGRESS VORGELEGTEN BERICHTE.

II. ABTEILUNG: DIE KONGRESSVERHANDLUNGEN.

HERAUSGEGEBEN VOM INTERNATIONALEN VERBANDE FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK. GENERALSEKRETARIAT: WIEN, II., NORDBAHNSTRASSE 50.

KOMMISSIONSVERLAG: J. SPRINGER, BERLIN N 24, MONBIJOUPLATZ 3.

Digitized by Google

Digitized by Google

Dr. Chas. B. Dudley †.

Bevor noch dieser Bericht in Druck ging, traf die erschütternde Nachricht ein, daß der vom Kongreß mit einstimmiger Begeisterung gewählte Präsident Herr Dr. Chas. B. Dudley in Altoona am 21. Dezember nach kurzem Krankenlager verschieden ist.

Dr. Dudley war am 14. Juli 1842 in Chenango County, New-York geboren, wo er seinen ersten Studien oblag. Im Bürgerkrieg trat er freiwillig unter die Waffen und wurde in einer der Schlachten, an denen er teilnahm, schwer verwundet. Nach beendigtem Feldzuge kehrte er wieder zu seinen Studien zurück; er mußte jedoch diese eine Zeit lang unterbrechen, um sich durch Herausgabe einer Zeitung und durch redaktionelle Arbeiten die nötigen Mittel zum weiteren Besuche der Hochschule, des Yale College zu beschaffen, wo er sich vornehmlich mit Chemie beschäftigte und wo er im Jahre 1874 den Doktorgrad erwarb.

Nachdem Dr. Dudley ein Jahr als Assistent für Physik an der Pennsylvania Universität in Philadelphia gewirkt, trat er in die Dienste der Pennsylvaniabahn als Chemiker ein. Hier entwickelte er durch 34 Jahre eine äußerst fruchtbare Tätigkeit in der Materialprüfung, die das gesamte für die Bahn erforderliche Material umfaßte. Für die Regelung des Materialprüfungswesens wurde er in Amerika bahnbrechend; seine grundlegenden Arbeiten führten zur Aufstellung und später zu immer weiterer Vervollkommnung von Lieferungsvorschriften

Digitized by Google

für Materialien aller Art. Als einer der hervorragendsten Techniker Amerikas wurde er durch seine Arbeiten in der ganzen Welt geschätzt und namentlich die Ergebnisse seiner Forschungen über den Zusammenhang zwischen den chemischen und physikalischen Eigenschaften des Schienenstahls und den Eigenschaften und der Dauer der Schienen werden aus dem geistigen Besitzstand der Technik nicht mehr verschwinden.

Dr. Dudley, dem sich in dem Laboratorium der Pennsylvaniabahn ein weites Arbeitsfeld eröffnete, der auf das Prüfungswesen von ganz Nordamerika befruchtend einwirkte und seit langem an der Spitze des mächtigen amerikanischen Prüfungsverbandes stand, hatte auch für das internationale Zusammenarbeiten in diesem technischen Zweige ein warmes Interesse. Seine Ernennung zum Präsidenten des internationalen Verbandes durfte man in gewissem Sinne als die Krönung seines der Materialprüfung gewidmeten Lebenswerkes betrachten, welche ihm nun die willkommene Möglichkeit bieten sollte, seinen weiten Blick und seine reiche Erfahrung im Materialwesen auch auf internationalem Boden auszunützen und die ihm stets so sympathischen Ideen des Verbandes wirksam zu fördern.

Sein plötzlicher Hingang hat diese Hoffnungen vernichtet und damit dem internationalen Verband wie der Sache der Materialprüfung einen überaus schweren Verlust bereitet.

Die Welt ist durch Dr. Dudleys Hinscheiden um einen der edelsten und wohlwollendsten Menschen ärmer geworden.

Digitized by Google

EIN RÜCKBLICK AUF DEN KONGRESS.

Der V. Kongreß des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik wurde in Kopenhagen in der Zeit vom 7. bis 11. September 1909 abgehalten. Er gestaltete sich zu einer imposanten geistigen Kundgebung über die Bedeutung der wissenschaftlichen und technisch-praktischen Aufgaben des Verbandes. An 900 Mitglieder der ganzen Welt, unter ihnen die hervorragendsten Vertreter der Forschung und der Industrie, waren hier zusammengekommen, die Regierungen von 22 Staaten hatten ihre offiziellen Vertreter entsandt, und der König von Dänemark hatte durch die Übernahme des Protektorates und durch seine Teilnahme an der Eröffnungssitzung seine Anerkennung für die Bestrebungen des Verbandes bekundet.

Am Vorabend des Kongresses genoß der Vorstand des Verbandes und das Organisationskomitee die hohe Auszeichnung, von Sr. Majestät im Kreise der königlichen Familie dem Diner beigezogen zu werden, bei welchem Anlasse der König folgende bedeutungsvolle Ansprache hielt:

»Ich bin hocherfreut, in Ihnen, meine Herren, die »würdigen Vertreter der Ingenieurwissenschaft begrüßen »zu können, jener Wissenschaft, welche — in weniger als »einem Jahrhundert — die Welt umgestaltet hat, welche »sie immer noch weiter umgestaltet und die es möglich »gemacht hat, die Fortschritte und die Vorteile, die bis »dahin nur der kleinen Zahl der Reichen vorbehalten waren, »auf alle Menschen, selbst auf die geringsten, auszudehnen.«

»Ich bin sehr erfreut, daß Sie Kopenhagen zum Sitze »Ihres V. Kongresses erwählt haben.«

»Wenn es auch nur die Hauptstadt eines der kleinen »Staaten Europas ist, so werden Sie hier doch eine Be-

Digitized by Google

»völkerung finden, welche mit allen ihren Kräften zum »Fortschritt der Menschheit beizutragen sucht und welche »von dem edlen und ehrgeizigen Wunsche beseelt ist, sich »in allen Gebieten der Wissenschaft, der Kunst und der »Arbeit auszuzeichen, in denen Intelligenz und Tatkraft »ihr eine Betätigung ermöglicht. Sie wünscht nichts »sehnlicher, als auf diese Art ihre Daseinsberechtigung zu »erweisen und sich die Achtung und Freundschaft der »anderen Nationen zu erwerben.«

»Ich erhebe mein Glas, indem ich meine besten Wünsche »auf den Erfolg Ihrer Arbeiten ausspreche; ich hoffe, daß »Sie aus Dänemark nicht bloß die Erinnerung an eine »gastfreundliche Aufnahme mitnehmen werden, sondern »auch den Eindruck, daß die dänische Nation in würdiger »Weise zu dem großen Werke der allgemeinen Wohlfahrt »und des Weltfriedens beiträgt.«

In dem Cercle, den der König hernach abhielt, drückte er gesprächsweise sein Bedauern aus, wegen der gegenwärtig beschränkten Räumlichkeiten nicht alle Kongressmitglieder bei sich empfangen zu können.

Die Eröffnungssitzung des Kogresses fand am 7. September vormittags im Festsaale der Universität statt. Während sich vor Beginn der Sitzung die in diplomatischem Wege notifizierten Vertreter der fremden Regierungen, ferner die Funktionäre des Verbandes und des Kongresses im Sitzungssaale des Kollegiums zusammenfanden, wo der König und der Kronprinz die Vorstellungen der Regierungsvertreter entgegennahmen und sie durch Ansprachen auszeichneten, sammelten sich die Kongreßmitglieder in dem prächtigen Festsaal, dessen weite Räume sie bis auf das letzte Plätzchen füllten.

Der König und die königliche Familie wohnten in einer Festloge der feierlichen Eröffnung des Kongresses bei. Der Ministerpräsident Exz. Graf Holstein-Ledreborg, die Ehrenmitglieder des Kongresses, der Minister des Innern Exz. Klaus Berntsen, der Minister des Äußern Exz. Graf Ahlefeldt-Laurvingen, und der Oberpräsident von Kopenhagen H. V. Oldenburg, ferner der Rektor Magnificus der Universität Herr Professor Dr. C Torp nahmen an der festlichen Sitzung teil. Eine für die Feier des Tages eigens komponierte, vom Studentenverein wirkungsvoll vorgetragene

Digitized by Google

Kantate leitete die Sitzung stimmungsvoll ein, worauf der Kronprinz Christian von Dänemark, der Ehrenpräsident des Kongresses, die Versammlung mit einer Ansprache begrüßte und den Kongreß für eröffnet erklärte. Seine begeistert aufgenommenen Worte, sowie der darauf folgende Geschäftsbericht des Verbandspräsidenten Herrn Alex. Foß und endlich der lebhaft akklamierte Vortrag des Herrn Poul Larsen über die Entwicklung der Zementindustrie in Dänemark ist im Verhandlungsprotokoll vollinhaltlich wiedergegeben. Mit der Absingung eines zweiten Chorales fand die Festversammlung ihren weihevollen Abschluß.

Die Arbeiten des Kongresses fanden am 8., 9. und 10. in den drei Sektionen gleichzeitig, in den Räumen des neuen prächtigen Rathauses in der Zeit von 9 Uhr 30 Min. bis gegen 3 Uhr statt. In einer kurzen Frühstückspause stand den Kongreßmitgliedern ein vom Komitee angebotenes reichhaltiges Buffet zur Verfügung. Die Herrn Direktor O. Busse, Kapitän T. Grut und Kommandeur B. Münter hatten die Leitung der Sektionen gütigst übernommen. Nachdem alle Berichte in drei Sprachen den Mitgliedern rechtzeitig zuvor zugesandt worden waren, konnten die Verhandlungen fast ausschließlich den Diskussionen gewidmet werden. Diese Diskussionen standen auf der Höhe der gestellten Aufgabe und förderten eine Reihe von Anregungen zutage, die zum Teile auch in den Beschlüssen der Sektionen Ausdruck fanden, und welche die Richtungen weisen, in welchen sich die Arbeiten des Verbandes in den nächsten Jahren bewegen sollen. In der schwierigen Aufgabe der dreisprachigen Verhandlung wurden die sprachgewandten Herren Präsidenten auch noch in dankenswertester Weise besonders von den Herren Professoren Schüle und Dr. Weiß, den Herren Rosenhain, Direktor Hiertz, Sachs, Lloyd und Mathiesen unterstützt.

Die Vollversammlung am 11. September vereinigte alle Mitglieder in dem herrlichen Festsaale des Rathauses, wo die Beschlüsse der Sektionen vom Plenum bestätigt, die Abhaltung des VI. Kongresses in Amerika beschlossen und Herr Dr. Ch. B. Dudley zum neuen Präsidenten erwählt wurde. Nachdem hierauf die Versammlung ihren innigen Dank den Veranstaltern des Kongresses, namentlich dem abtretenden Präsidenten Herrn Foß, der zum lebenslänglichen Vorstandsmitglied ernannt wurde, in warmen Worten zum Ausdruck gebracht hatte, hielt Herr J. E. Stead aus Middelsborough einen fesselnden, von zahlreichen Lichtbildern unterstützten Vortrag

Digitized by Google

über die Mikroskopie und Makroskopie in Werkstätte und Hütte.

Über die Verhandlungen der Sektionen wie der Vollversammlung enthält das Kongreßprotokoll ziemlich ausführliche Berichte. Einen neuen und interessanten Behelf für die Niederschrift der Verhandlungen bildete das von der Dansk Telegrafon-Aktieselskab beigestellte Poulsensche Telegraphon, diese treffliche dänische Erfindung, welche die in drei Sprachen geführten Reden mit großer Treue festhielt und damit ihre Feuerprobe für ihre Verwendung in großen Versammlungen erfolgreich ablegte.

Eine kleine Ausstellung von Spezialmaschinen war in der Nähe der Verhandlungsräume installiert, auf welche im Vorworte des Kongreßprotokolls näher hingewiesen ist.

Nach den Sitzungen war den Kongreßmitgliedern und ihren Damen durch ein meisterhaftes Arrangement Gelegenheit geboten, in kürzester Zeit eine Reihe technischer und sonstiger Sehenswürdigkeiten Kopenhagens und der Umgebung kennen zu lernen. Ein Rundgang durch die Carlsberg-Brauereien, die Besichtigung der großartigen Verkehrseinrichtungen am Hauptbahnhof und des neuen Freihafens, der Besuch in der Maschinen- und Schiffbauanstalt von Burmeister & Wain, der Helsingörer Schiffbauanstalt, der Müllverbrennungsanlage und des Elektrizitätswerkes Frederiksberg boten ebenso vielseitige wie lehrreiche Anregungen. Herr Direktor Hagemann zeigte die trefflichen Einrichtungen der technischen Hochschule, während H. Professor Hannover die zahlreichen sachverständigen Gäste als liebenswürdiger Hausherr in der staatlichen Prüfungsanstalt empfing, über deren vielseitige und fruchtbare Leistungen seit ihrem Bestande eine äußerst wertvolle, allen Kongreßmitgliedern gewidmete Monographie Aufschluß gab, die auch über den großen Anteil belehrte, den die skandinavischen Länder schon frühzeitig an der Entwicklung der Materialprüfung genommen haben.[1])

Die Besichtigung des im Bau befindlichen Schlosses Christiansborg, ein Besuch des historischen und malerischen Schlosses Kronborg, eine Rundfahrt durch den Hafen, ein Besuch in der viel bewunderten neuen Carlsbergischen Glyptothek und der berühmten königlichen Porzellanmanufaktur, aus welcher die porzellanenen

[1]) Über die Entwicklung des Materialprüfungswesens im skandinavischen Norden, sowie über die Tätigkeit der Staatsprüfungsanstalt in Kopenhagen.

Digitized by Google

künstlerischen Kongreßabzeichen stammten, vervollständigten die Eindrücke, die das herrliche Stadtbild und die zahlreichen Kunstschätze Kopenhagens in allen Gästen zurückgelassen hatten. Für die Damen waren außerdem während der Stunden der Sektionssitzungen gesonderte Führungen durch das Kunstindustrie- und das Thorwaldsenmuseum, durch das Schloß Rosenborg, in das Hagemannsche Studentenheim und eine Automobilfahrt zur Besichtigung der Molkerei „Trifolium" bei Haslev veranstaltet worden. Eine reich illustrierte, den Kongreßmitgliedern gewidmete Festnummer der Zeitschrift „Illustreret Tidende", wurde allen zur bleibenden Erinnerung überreicht.

Die reichen Eindrücke des Tages wurden an den Abenden durch eine Reihe von Festen abgeschlossen, die durch die Herzlichkeit des Empfanges, durch den Liebreiz der Damen und durch ein überaus glückliches Arrangement aller Einzelheiten die ungewöhnlich zahlreichen Teilnehmer entzückten. Am Abend der Kongreßeröffnung bot der dänische Ingenieurverein mit seinem Präsidenten Herrn Professor Steenberg den Gästen auf der königlichen Schießbahn einen festlichen Empfang, der sich zu einer reizenden Garden-Party gestaltete. Der Oberpräsident der Stadt Herr Oldenburg empfing mit den Bürgermeistern und den Stadtverordneten die Gäste am nächsten Abend in den prächtigen Räumen des Rathauses, das mit seinem von Galerien umgebenen, einzigartigen gedeckten Hofe der Tanzlust und der Feststimmung einen wunderbaren Rahmen bot. Eine auf höchster künstlerischer Stufe stehende Festvorstellung im königlichen Theater erhielt durch die Anwesenheit der Königin und ihrer Familie eine besondere Weihe. Eine Fahrt im Dampfschiff nach dem reizenden Badeorte Skodsborg, wo sich die Teilnehmer gemütlich zu einem Diner versammelten und endlich eine Fahrt mit der aussichtsreichen Küstenbahn nach dem herrlichen Seebade Maryenlyst, wo den zahlreichen Gästen ein solennes Abschiedsbankett geboten wurde, bildeten den Abschluß der Festtage.

Aber ein Teil der Kongreßmitglieder, etwa hundert, folgte noch der Führung des Präsidenten Foß zu der großen viertägigen Schlußexkursion nach Jütland, deren technisches Ziel die Besichtigung der Portlandzementfabriken in Aarhus und die auf der Westseite Jütlands gelegenen großartigen Uferschutzbauten bildete, die sich indessen durch die vom herrlichsten Wetter begünstigte Seereise, durch die so wenig bekannten Reize des Landes und durch die

Digitized by Google

trefflichen Reisedispositionen des unermüdlichen Reisemarschalls, Hauptmanns Petersen für alle Teilnehmer zu einer unvergleichlich genußreichen Erholungsreise gestaltete. Ein eigenes Schiff, der „Melchior", bot hiebei der Reisegesellschaft an den Abenden stets ein gemütliches Heim, um sie über Nacht wie in einem Zaubermantel immer neuen Ufern zuzuführen.

Am ersten Morgen, am 13. September, begrüßte man Skagen, jene interessante nördlichste Spitze Mitteleuropas, wo sich die Strömungen des Skagerak und des Kattegat in gewaltigem Wellenspiel begegnen, aus deren Reizen die bekannten dänischen Maler Kröyer und Ancher und der Dichter Holger Drachmann, der dort begraben liegt, ihre schönsten Motive holten. Von dort zieht sich die vom Skagerak und der Nordsee umbrandete Westküste, deren Gefahren aufragende Wracke gescheiterter Schiffe bekunden, und die die natürliche Szenerie für das Schauspiel bot, das die heldenmütige Mannschaft der Rettungsboote den Zuschauern in einer Übung vorführte. Unter der liebenswürdigen Führung des Herrn Bürgermeisters Richter mit seiner Gemahlin genoß die Reisegesellschaft in einer längeren Wagenfahrt die schlichten aber doch fesselnden Reize der Dünenlandschaft, deren feiner Sand durch viele Jahrhunderte die Ortschaften gefährdet, einzelne von ihnen begraben hatte, bis ihm in den letzten Jahrzehnten durch erfolgreiche Anpflanzung Einhalt geboten wurde. Nur eine große Wanderdüne, die Raabjerg Mile, aus feinstem weißen Sand bestehend, hält die Erinnerung an die eigenartigen Naturgewalten lebendig, die hier so schrankenlos gewütet haben.

Eine nächtliche Seefahrt versetzte die Gesellschaft nach Aalborg, wo die Nörresundby und die Aalborger Portlandzement-Fabriken mit ihren großartigen modernen Einrichtungen, den Kominoren und Drehöfen und der großartige Abbau der gigantischen Kreidefelsen das Interesse der Beschauer fesselte. Eine ganz neuartige pneumatische Füllvorrichtung für Säcke, bei der der freie Fall des Zementmehles im luftleeren Raume die feste Packung der Säcke ohne jede Nachhilfe herbeiführt, fand durch die vollständige staubfreie und exakte Füllung besondere Aufmerksamkeit. In einem Frühstück auf der Wiese, das mit ländlicher Ungebundenheit kulinarische Genüsse verband, ergab sich Gelegenheit, dem Herrn Direktor Berg für die freundliche Aufnahme zu danken.

Digitized by Google

Am folgenden Morgen fuhr der „Melchior“ bei herrlichem Wetter in dem tausendjährigen, historischen Aarhus ein. Unter der Führung des H. Dr. Winge, des Präsidenten des jütländischen Touristenvereines, wurden der alte, künstlerisch bedeutsame Dom, die modernen Kunstbauten und Wohlfahrtseinrichtungen, der prächtige Buchenwald in Marselisborg und endlich die am Seegestade lieblich gelegene Landesausstellung bewundert, die in geschmackvollen Bauten von der Vielseitigkeit der Industrie Dänemarks, dem Reichtum seiner Landwirtschaft und der Höhe seiner Kunst erzählt und deren eigenartigster Teil die künstlerische Lösung der schlichten Gebäude in der Bahnhofstraße eines Dorfes bildete. Ein von der Stadtverwaltung Aarhus unter ihrem Bürgermeister Herrn Drechsel gebotenes Bankett bildete den festlichen Schlußpunkt dieses Besuches.

Eine nächtliche Eisenbahnfahrt brachte endlich den Rest der Gesellschaft an die Westküste Jütlands, zur Besichtigung der dortigen Uferschutzbauten, zunächst nach Bovbjerg, wo die etwa zehn Meter hohe sandige Küste unter dem starken Anprall der Wellen seit Jahren zurückwich, bis diesem Angriff durch wirksame Molobauten begegnet wurde. Hier übernahm Herr Oberingenieur Poulsen die Führung, der dem Kongreß über die vom Verein skandinavischer Portlandzement-Fabrikanten im großen Maßstab unternommenen Versuche über das Verhalten von Zement im Seewasser berichtet hatte.[1]) Von Bovbjerg bis über die Landzunge nördlich vom Limfjord zieht sich eine Reihe von 70 Molen, die bisher einen Aufwand von 15 Millionen Francs verursacht haben. Eine Wagenfahrt durch das lieblich gewellte Land mit seinen zerstreuten Bauerngehöften, deren jedes als Wahrzeichen seiner fortgeschrittenen Bewirtschaftung einen Windmotor am Dache trägt, dann eine kurze Bahnfahrt führte endlich nach Thyborön zur Besichtigung jenes Versuchsmolo aus Betonblöcken, in welchen die verschiedensten Zemente und Zusätze und Sande verwendet wurden, um ihre Eignung zu Seebauten zu erproben.

Hierauf zog sich die Gesellschaft nach Lemvig, dem Endpunkt der Exkursion zurück. Hier durfte sich beim Abschiedsessen noch einmal der innige Dank zum Worte melden, den alle Teilnehmer für die Veranstalter des Kongresses, vor allem für den Präsidenten

[1]) Zement im Meerwasser. Bericht über Versuche, die auf Veranstaltung des Vereins skandinavischer Pordlandzement-Fabrikanten 1896 ihren Anfang nahmen. Von A. Poulsen. Verlag Gad, Kopenhagen 1909. Frcs. 3.—.

Digitized by Google

Foß, für den trefflichen Reisemarschall Petersen, für die hochverdienten Herren Lorenz und Hannover und für die Damen des Komitees unvergänglich im Herzen bewahren werden.

Der V. Kongreß hat in jeder Richtung einen großartigen Erfolg zu verzeichnen. Er hat ein bedeutendes Stück dazu beigetragen, den Ideen des Verbandes Anerkennung und Verbreitung zu schaffen; er hat durch seine Verhandlungen die Arbeiten des Verbandes auf Jahre hinaus befruchtend angeregt; er hat alle Teilnehmer um eine Fülle schönster und unvergeßlicher Erinnerungen bereichert. Der neugewählte Präsident des Verbandes, Dr. Charles B. Dudley in Altoona, Pa. hat den großen Dank, den der Verband den Veranstaltern dieses Kongresses schuldet, in folgendem, an den Kongreßpräsidenten Herrn Foß gerichteten Schreiben zum Ausdruck gebracht, das, soweit es Worte vermögen, die Gefühle aller Teilnehmer wiedergibt.

Altoona, den 12. Oktober 1909.

»Hochgeehrter Herr! Mit den Gefühlen aufrichtigster »Freude und innerer Befriedigung blicken alle Teilnehmer »des Kopenhagener Kongresses auf die schönen verflossenen »Tage zurück. Jeder hat das stolze Bewußtsein mitgenommen, »Zeuge einer erhebenden geistigen Kundgebung gewesen zu »sein, die nicht mit dem Tage vergeht, sondern die immer »weiter wirken wird, um die großen, vom Verbande an»gestrebten Ziele zu verwirklichen.«

»Das wissenschaftliche Ergebnis dieses Kongresses wäre »nicht möglich geworden ohne die großartige Organisation, »welche wir Ihnen, hochgeehrter Herr, und den unter Ihrem »Präsidium gestandenen Ausschüssen verdanken. Ihr »wirksamer Appell hat die ersten Fachmänner der ganzen »Welt herbeigerufen und Teilnehmer aus fernen Ländern ge»wonnen, die bisher dem Verbande fremd gegenüberstanden. »Durch diesen Kongreß wurde die Zahl der Anhänger des »Verbandes ebenso vermehrt, wie das Verständnis für seine »Aufgaben vertieft wurde.«

»Ihrer zielbewußten Organisation ist es aber nicht »bloß gelungen, der Arbeitsfreude vieler Hunderter Richtung »zu geben, sondern Sie verstanden es auch, ihnen in kurzer »Zeit die reichen Schätze Ihres schönen Landes in einer

Digitized by Google

»Weise zu zeigen, die allen unvergeßlich bleiben wird. Die »Kongreßteilnehmer haben in Dänemark durch eigene An- »schauung ein Land bewundern gelernt, das durch seine hohe »Zivilisation in einer Linie steht neben den ersten Kultur- »staaten der Welt und das unter dem weisen Szepter eines »wohlwollenden, jedem Fortschritt geneigten Königs, »seine reichen Kräfte dem Ausbau der allgemeinen Wohlfahrt »widmet.«

»Nehmen Sie, hochgeehrter Herr, den tiefgefühlten »Dank des Verbandes entgegen und übermitteln Sie ihn »gütigst auch all den Mitarbeitern und all den anmutigen »Mitarbeiterinnen, die Ihnen in diesem mühevollem Werke »zur Seite gestanden sind. Möge das Bewußtsein, die Ziele »des Verbandes wirksam gefördert und Dänemark in allen »Teilen der Welt neue Freunde gewonnen zu haben, Sie »für Ihre große, selbstlose Arbeit belohnen.«

»Mit dem Ausdruck vorzüglichster Hochachtung.«

Im Namen des Vorstandes:

Der Generalsekretär: Ernst Reitler.

Der Präsident: Chas. B. Dudley.

Digitized by Google

Digitized by Google

I. TEIL.

□ DIE DEM KONGRESSE □ VORGELEGTEN BERICHTE.

Digitized by Google

Digitized by Google

VERZEICHNIS DER BERICHTE.

A. METALLE.

Metallographie.

I$_1$ **Über die Fortschritte der Metallographie seit dem Brüsseler Kongreß bis Beginn des Jahres 1909.** Offizieller Bericht von Prof. **E. Heyn**, Groß-Lichterfelde.

I$_2$ **Über Spezialstähle.** Von Prof. **L. Guillet**, Paris.

I$_3$ **Wärmebehandlung von Federstahl.** Von **Lawford H. Fry**, Paris.

I$_4$ **„Schlacken-Einschlüsse" in Stahl (Flußeisen).** Von **Walter Rosenhain**, Teddington.

I$_5$ **Über die Homogenität des Metalles.** Von **G. Tagueeff**, St. Petersburg.

Härteprüfung.

II$_1$ **Härteprüfung.** Offizieller Bericht von Dr. techn. **P. Ludwik**, Wien.

II$_2$ **Vorrichtung zur vereinfachten Prüfung der Kugeldruckhärte und die damit erzielten Ergebnisse.** Von Prof. Dr. Ing. **A. Martens** und Prof. **E. Heyn**, Groß-Lichterfelde.

II$_3$ **Die Anwendung der Kegeldruckprobe zur Härtebestimmung von Eisenoberbaumateriale.** Von Dr. techn. **August Geßner**, Wien.

II$_4$ **Untersuchungen über die Brinellsche Methode der Härtebestimmung.** Von **Harold Moore**, Woolwich-Arsenal, England.

Schlagproben.

III$_1$ **Offizieller Bericht über die Erprobung von Metallen durch Schlag.** Von **G. Charpy**, Montluçon.

III$_2$ **Über Schlagbiegeproben an eingekerbten Stäben.** Von Prof. **F. Schüle**, unter Mitwirkung von **Ed. Brunner**, Zürich.

III$_3$ **Die Definition der spezifischen Schlagarbeit bei Schlagversuchen.** Von **Louis Révillon**, Paris.

III$_4$ **Schlagversuche bei verschiedener Temperatur.** Von Prof. **Léon Guillet** und **Louis Révillon**, Paris.

III$_5$ **Schlag-Zerreißproben.** Von **Pierre Breuil**, Paris.

III$_6$ **Anwendung der neuen Prüfungsverfahren auf Kupferlegierungen.** Von Prof. **Léon Guillet** und **Louis Révillon**, Paris.

III$_7$ **Vergleichende statische und dynamische Kerbbiegeproben.** Von Dr. techn. **A. Leon** und Dr. techn. **P. Ludwik**, Wien.

III$_8$ **Bericht über in der Längsrichtung normaler zylindrischer Stäbe durchgeführte Schlagproben.** Von **P. Welikhow**, Moskau.

Dauerversuche.

IV$_1$ **Die Widerstandsfähigkeit von Stahl gegen wiederholte wechselnde Belastungen.** Offizieller Bericht von **James E. Howard**, Watertown, Mass.

IV$_2$ **Qualitäts- und Dauerversuche mit Kupferdrähten.** Von Prof. **F. Schüle** und **E. Brunner**, Zürich.

Gußeisenprüfung.

V$_1$ **Bericht zu den Versuchstabellen über Festigkeits-Eigenschaften von Gußeisen bei verschiedenen Querschnitten von separat gegossenen und aus Gußstücken herausgearbeiteten Probestäben.** Von **Gebrüder Sulzer**, Winterthur.

V$_2$ **Über die Vereinheitlichung des Prüfungsverfahrens von Gußeisen.** Offizieller Bericht, vorgelegt vom Präsidenten der Kommission 25, Dr. **R. Moldenke**, New-York.

Digitized by Google

Einfluß erhöhter Temperaturen auf die mechanischen Eigenschaften der Metalle.

VI$_1$ **Offizieller Bericht** von Prof. **M. Rudeloff**, Gr.-Lichterfelde.

Elektrizität und Magnetismus bei der mechanischen Prüfung.

VII$_1$ **Über die Miteinbeziehung der magnetischen und elektrischen Eigenschaften der Materialien bei ihrer mechanischen Prüfung.** Bericht von **Alfred Grünhut** und Dr. techn. **Josef Wahn**, Wien.

VII$_2$ **Der Ferromagnetismus und das Studium der Metalle und Legierungen.** Von Prof. Dr. **Pierre Weiß**, Zürich.

VII$_3$ **Methode zur Bestimmung elastischer und kritischer Materialspannungen mit Hilfe thermisch-elektrischer Messungen.** Von **E. Rasch**, Groß-Lichterfelde.

Kommissionsberichte.

VIII$_1$ **Aufstellung von internationalen Lieferbedingungen für Eisen und Stahl.** Unterausschußbericht. Vom Obmann der Kommission I, Dr. Ing. **A. v. Rieppel**, Nürnberg.

VIII$_2$ **Über die einheitliche Nomenklatur von Eisen und Stahl.** Bericht der Kommission 24, vorgelegt von Prof. **H. M. Howe**, Präsident, New-York, und Prof. **Albert Sauveur**, Schriftführer, Cambridge, Mass.

VIII$_3$ **Grundlagen für Lieferungsbedingnisse für Kupfer.** Bericht der Kommission 38, vorgelegt vom Präsidenten Prof. **Leon Guillet**, Paris.

Diverse Einzelberichte.

VIII$_4$ **Über einen neuen Spiegelapparat zu Elastizitätsmessungen.** Von Prof. **Bernhard Kirsch**, Wien.

VIII$_5$ Ist nicht erschienen.

VIII$_6$ **Vereinheitlichung der Prüfungsverfahren für Dampf-, Gas- und Wasserröhren.** Von **A. C. Karsten**, Kopenhagen.

VIII$_7$ **Die Funken als Erkennungszeichen der Stahlsorten.** Von **Max Bermann**, Budapest.

Innere Kräfte.

VIII$_8$ **Über Grundlagen der technologischen Mechanik.** Von Dr. techn. **Paul Ludwik**, Wien.

VIII$_9$ **Innere Reibung der beanspruchten Materialien.** Von Prof. **G. H. Gulliver**, B. Sc., Edinburg.

VIII$_{10}$ **Über die Spannungsstörungen beim Verbund verschiedener Materialien.** Von Dr. techn. **A. Leon**, Wien.

VIII$_{11}$ **Der Zusammenhang zwischen den durch Zug und Druck verursachten bleibenden Formänderungen.** Von Dr. Ing. **Wilhelm Misángyi**, Budapest.

VIII$_{12}$ **Zähigkeit und Bildsamkeit.** Von Dr. Ing. **Wilhelm Misángyi**, Budapest.

B. ZEMENT, BETON, STEINE.

Eisenbeton.

IX$_1$ **Bericht der Eisenbetonkommission.** Vorgelegt vom Präsidenten der Kommission 41, Prof. **F. Schüle**, Zürich; mit folgenden Beilagen:

a) **Wissenschaftliche Versuche und Versuche zur Kontrolle der Bauausführung auf dem Gebiete des Eisenbetonbaues in Deutschland.** Mitgeteilt vom Deutschen Ausschuß für Eisenbeton, Berlin.

b) **Expériences et essais de contrôle sur le béton armé en Italie.** Rapport de M. le prof. **J. Benetti**, Bologne.

c) **Eisenbetonversuche in Dänemark.** Mitgeteilt von Prof. **E. Suenson**, Kopenhagen.

Digitized by Google

d) **Versuche mit Eisenbeton-Konstruktionen in Holland.** Mitgeteilt von **S. J. Rutgers,** Rotterdam.

e) **Recherches expérimentales sur le béton armé en Suisse.** Rapport de M. le prof. **F. Schüle,** Zurich.

IX$_2$ **Eisenbeton-Konstruktionen. Größe der Formänderungen unter der Gebrauchslast.** Anhang zum Kommissionsbericht von **Charles Rabut,** Paris.

IX$_3$ **Unfälle im Eisenbetonbau.** Anhang zum Kommissionsbericht von Dr. techn. **Fr. v. Emperger,** Wien.

IX$_4$ **Einfluß wiederholter Beanspruchung auf die Haftfestigkeit von Beton an Eisen mit reiner und verrosteter Oberfläche.** Von Prof. **Bernhard Kirsch,** Wien.

IX$_5$ **Die Bedeutung dünner Querversteifungen im Eisenbeton. System des freien Verbandes.** Von **W. Nekrassow,** St. Petersburg.

Fortschritte in den Methoden der Zementprüfung.

X$_1$ **Fortschritte in den Prüfungsverfahren hydraulischer Bindemittel.** Offizieller Bericht von **R. Feret,** Boulogne-sur-mer.

X$_2$ **Einheitliche Prüfung hydraulischer Bindemittel mittelst Prismen. Normalsand.** Kommissionsbericht von Prof. **F. Schüle,** Zürich.

X$_3$ **Über beschleunigte Volumenbeständigkeitsproben der Zemente.** Vom Obmann der Kommission 32 **Bertram Blount,** London.

X$_4$ **Beschleunigte Prüfung hydraulischer Bindemittel auf ihre Bindekraft.** Kommissionsbericht vorgelegt von Dr. techn. **Fr. Berger,** Wien, mit Anhängen X$_5$, X$_6$.

X$_5$ **Die Warmwasser-Schnellproben des Zementes.** Anhang zu X$_4$ von **L. Deval,** Paris.

X$_6$ **Beschleunigte Prüfung hydraulischer Bindemittel auf ihre Bindekraft.** Anhang zu X$_4$ vorgelegt von **Alfred Greil,** Wien.

X$_7$ **Aufsuchung eines möglichst einfachen Verfahrens zur Bestimmung des feinsten Mehles im Portland-Zement auf dem Wege der Schlämmung oder Windsichtung.** Kommissionsbericht zu Aufgabe 30 von Prof. **M. Gary,** Groß-Lichterfelde, mit:

X$_8$ **Anhang zu diesem Bericht** von **P. Mayntz Petersen,** Kopenhagen.

X$_9$ **Grundlagen für einheitliche Gipsprüfung.** Bericht über die Aufgabe 40. Von **R. Feret** und Prof. **M. Gary.**

X$_{10}$ **Prüfung der Puzzolane auf ihren mörtel-technischen Wert.** Kommissionsbericht 11. Von **G. Herfeldt,** Andernach a. Rh.

X$_{11}$ **Über das beste Verfahren zur Bestimmung der Abbindezeit.** Von **H. Laborbe,** Paris.

X$_{12}$ **Die Entwicklung der Erhärtung der Roman- und Portlandzemente im Brei, im Mörtel und im Beton.** Im Auftrage des ungarischen Verbandes für Materialprüfung von Prof. Dr. **Constantin Zielinski,** Budapest.

X$_{13}$ **Antrag des Herrn Mayntz Petersen in Kopenhagen auf Abänderung der vom Brüsseler Kongreß empfohlenen Prüfungsverfahren.**

Zement im Meerwasser.

XI$_1$ **Über die Zersetzung von Mörtel durch schwefelsäurehältige Wässer.** Von **J. Bied,** Le Teil, Viviers, Ardèche.

XI$_2$ **Über das Verhalten von Zementblöcken in einigen russischen Häfen des Schwarzen und Kaspischen Meeres.** Von **W. Czarnomski,** St. Petersburg.

XI$_3$ **Versuche mit Eisenbeton in Meerwasser.** Von Prof. **M. Möller,** Braunschweig.

XI$_4$ **Zement in Meerwasser.** Von **A. Poulsen,** Lemvig.

Wetterbeständigkeit der Bausteine.

XII$_1$ **Über Wetterbeständigkeit von Steinen.** Kommissionsbericht von Prof. **A. Hanisch,** Wien, mit folgenden Anhängen:

XII$_2$ **Schemata zur Prüfung natürlicher Bausteine auf ihre Wetterbeständigkeit.** Von Prof. Dr. **J. Hirschwald,** Charlottenburg.

XII$_3$ **Zur Theorie der Frostwirkung auf natürliche Steine** Von Prof. Dr. **H. Seipp,** Kattowitz.

XII$_4$ **Über Frostbeständigkeit.** Von **E. Leduc,** Paris.

Digitized by Google

Diverse Einzelberichte.

XIII$_1$ **Über das Anbinden der Mörtel nach verschiedenen Arbeitspausen.** Von Prof. **B. Kirsch**, Wien.

XIII$_2$ **Einiges über Trass, Trass-Zement und Zement-Kalkmörtel.** Von Dr. techn. **Heinrich Renezeder**, Wien.

XIII$_3$ **Beitrag zu den Untersuchungsmethoden der elastischen Längsänderungen des Betons.** Von Dr. ing. **B. v. Bresztovszky**, Budapest.

XIII$_4$ **Über Einfluß fehlerhafter Mörtelmischung.** Von Prof. **J. A. v. d. Kloes**, Delft.*)

XIII$_5$ **Über die neuen deutschen Normen für Zementprüfung.** Von **M. Gary.***)

C. DIVERSES.

Öle.

XIV$_1$ **Offizieller Bericht.** Von Dr. **M. Albrecht**, Hamburg.

Kautschuk.

XV **Zu den Prüfungsverfahren des Kautschuks.** Von **E. Camerman**, Bruxelles.

XV$_1$ **Mechanische Prüfung des Kautschuks und der Gewebe.** Von **P. Breuil**, Paris.

XV$_2$ **Beitrag zur mechanischen Prüfung von Weichgummi.** Von **K. Memmler** und **A. Schob**, Gr.-Lichterfelde.

Holz.

XVI$_1$ **Über den gegenwärtigen Stand der Holzuntersuchungen in der Forstabteilung des Ackerbauministeriums der Vereinigten Staaten.** Von **William Kendrick Hatt**, Lafayette, Ind.

Rostschutzmittel.

XVII$_1$ **Über den Angriff des Eisens durch Wasser und wässerige Lösungen.** Von Prof. **E. Heyn** und Dr. **O. Bauer**, Gr.-Lichterfelde.

XVII$_2$ **Über schützende Anstriche für Eisen und Stahl. Übersicht der Arbeiten des Amerikanischen Verbandes für Materialprüfung.** Vorgelegt von **S. S. Voorhees**, Washington D. C.

XVII$_3$ **Studie über Rostschutzmittel für Metallkonstruktionen.** Von **Em. Camerman**, Brüssel.

XVII$_4$ **Ein Wort für die internationale Erforschung von Anstrichmassen für Eisen und Stahl.** Von **J. Cruickshank Smith**, London.

Papier.

XVIII$_1$ **Wiederholte Inanspruchnahme der Papiere.** Von Prof **A. Rejtő**, Budapest.

Allgemeines.

XIX$_1$ **Über das Versuchswesen auf dem Gebiete des Automobilismus.** Von Dr. **W. Exner**, Wien.*)

XIX$_2$ **Über die internationale gesetzliche Regelung des technischen Versuchswesens.** Von Dr. **W. Exner**, Wien.*)

XX ist nicht erschienen.

XXI **Geschäftsbericht für die Periode vom IV. zum V. Kongreß.**

---

*) Kurze Inhaltsangabe der auf dem Kongreß gemachten Mitteilung.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

I1

BERICHT ÜBER DIE FORTSCHRITTE DER METALLOGRAPHIE SEIT DEM BRÜSSELER KONGRESS BIS BEGINN DES JAHRES 1909.

Von Prof. **E. Heyn**, Groß-Lichterfelde.

Es ist üblich geworden, dem internationalen Verband für die Materialprüfungen der Technik unter anderem auch einen Bericht vorzulegen über die Weiterentwicklung metallographischer Forschung und über ihre Nutzanwendung.

Der diesmalige Bericht muß zunächst eines Verlustes gedenken, den die metallographische Wissenschaft durch das Hinscheiden von G. Cartaud, des jungen und hochbegabten Mitarbeiters unseres allverehrten Herrn Osmond, erlitten hat. Der unerbittliche Tod hat ihn im September 1906 mitten aus seinem wissenschaftlichen Streben herausgerissen, das noch reiche Früchte verhieß. Cartaud hatte es sich zum Ziele gesteckt, die Verhältnisse genauer zu studieren, die beim Übergang flüssiger Körper in den festen Zustand eintreten. Er deutete auf die Möglichkeit hin, daß dieser Übergang nicht notwendigerweise sofort zur Krystallisation führen muß, daß vielmehr in vielen Fällen, wenn nicht in allen, zunächst ein Übergangszustand zwischen flüssig und fest eintritt, der zu zellenartigem Aufbau führt. Aus diesem erst entwickelt sich die Krystallisation. Hieraus ergeben sich wichtige Folgerungen von wissenschaftlicher und praktischer Bedeutung. Osmond hat es unternommen, die Untersuchungen Cartauds zusammenzufassen, um der Arbeit des Verstorbenen einen gewissen Abschluß zu verleihen. Auf diese Arbeit: „Die Untersuchungen des Herrn G. Cartaud über den Übergang aus dem flüssigen in den festen Zustand", Rev. Mét. **4**, 819, 1907 sei hier an erster Stelle hingewiesen.

Digitized by Google

Die metallographische Forschung während der Berichtszeit gruppiert sich im wesentlichen um folgende Ziele:

a) Gewinnung der Unterlagen für eine Chemie der Metallverbindungen durch Ermittelung der Erstarrungsdiagramme einer möglichst großen Anzahl von Legierungen ohne Rücksicht auf ihre praktische Verwendungsfähigkeit. Dieses Ziel wird in erster Linie verfolgt von Professor Tammann in Göttingen.

b) Weiterausgestaltung unserer Kenntnisse von dem System Eisen-Kohlenstoff. Die Frage der Graphitbildung. Die Bestandteile des gehärteten Stahles.

c) Erweiterung unserer Kenntnisse von den für die Technik unmittelbar verwertbaren Spezialstählen und sonstigen Legierungen.

d) Anwendung der Metallographie auf die Durchforschung metallurgischer Verfahren, insbesondere solcher zur Gewinnung anderer Metalle als das Eisen. Die Theorie der Stein- und Speisenbildung. Dieses Gebiet wird in erster Linie bearbeitet von Professor Friedrich in Freiberg.

e) Ausbildung der metallographischen Verfahren mit besonderer Rücksicht auf das Materialprüfungswesen. Insbesondere Gewinnung einfacher Verfahren zur Ermittelung des Zustandes der Vorbehandlung von Metallen und Legierungen (Glühbehandlung, Härte- und Anlaßzustand, Grad der Kaltbearbeitung und der nachfolgenden Erhitzung u. s. w.). Dieses Gebiet wird besonders bearbeitet vom Königl. Materialprüfungsamte Groß-Lichterfelde (Heyn und Bauer).

Es ist nicht mehr ganz einfach, einen „kurzen" Bericht zu erstatten über die Entwicklung der Metallographie innerhalb eines gewissen Zeitraumes. Der Umfang der metallographischen Literatur ist ganz erheblich geworden, so daß man selbst kurze Andeutungen über den Inhalt der einzelnen Arbeiten nicht überall geben kann, ohne den Bericht ins Ungemessene auszudehnen. Es ist auch nicht ausgeschlossen, daß eine oder die andere Arbeit im Bericht übersehen ist, da es schwer hält, das gesamte in einer ganzen Reihe von Zeitschriften verteilte Material zusammenzusuchen. Außerdem ist es auch schwer, die Grenze zwischen Metallographie, Metallurgie und verwandten Wissenschaften zu ziehen.

Digitized by Google

Im folgenden sind die einzelnen Arbeiten in größere Gruppen eingeordnet. Zu Beginn jeder Gruppe ist eine allgemeine Erläuterung gegeben, die über die Ziele und die Absichten der Verfasser der Aufsätze kurz Aufschluß gibt.

I. Untersuchungen zur Begründung einer Chemie der Metallverbindungen.

G. Tammann hat über die in seinem Laboratorium nach dieser Richtung ausgeführten Untersuchungen eine tabellarische Zusammenstellung in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1908, S. 1078 veröffentlicht, in der alle bis dahin untersuchten Zweistofflegierungen verzeichnet sind. Auch die Revue de Métallurgie referiert laufend über diese Arbeiten, so daß hier auf ein Verzeichnis der einzelnen untersuchten Metallpaare verzichtet werden kann, zumal über die technisch wichtigen derselben unter Abschnitt III und IV berichtet werden wird.

Tammann versucht auf Grund der Stellung der Metalle im natürlichen System der Elemente gewisse Regeln über ihre Fähigkeit, gegenseitig Verbindungen einzugehen, aufzustellen. Vergleiche hierüber: Z. anorg. Chemie **49**; 1906; „Über die Fähigkeit der Elemente, miteinander Verbindungen einzugehen" und ferner: ebenda **55**; 1907 unter derselben Überschrift.

II. Das System Eisen-Kohlenstoff.

A. Die Verhältnisse bei der Erstarrung des Systems.

Das erste Erstarrungsdiagramm des Systems Eisen-Kohlenstoff ist von Roberts-Austen in seinem klassischen vierten Bericht an die Legierungskommission des Inst. of Mechanical Engineers gegeben worden. Über den Anfang des Diagramms, d. h. über die Lage des Schmelzpunktes des kohlenstoffreien Eisens haben bisher Zweifel bestanden, die Carpenter veranlaßten, genaue Nachprüfung dieses wichtigen Punktes vorzunehmen. Er kam zu dem Ergebnis, daß der Schmelzpunkt des Eisens zwischen 1505 und 1519° C liegt (Iron and Steel Instit. 1908, Sept.: Der Erstarrungspunkt des Eisens). Diese Zahl ist zur gleichen Zeit von Saklatwalla in seiner Doktorarbeit an der Technischen Hochschule in Charlottenburg zu 1510° C. ermittelt worden (Iron and Steel Inst. II. 1908).

Digitized by Google

Die Frage der Graphitausscheidung aus dem System Eisen-Kohlenstoff ist während der Berichtszeit Gegenstand regsten Interesses gewesen. Es hat sich immer mehr die Anschauung befestigt, daß das System Eisen und Graphit als stabil, das weiße graphitfreie Eisen als metastabil zu betrachten ist. Es hat sich somit wieder eine Ansicht Bahn gebrochen, die bereits vor Aufstellung des Erstarrungsdiagramms von Roberts-Austen in den Kreisen der Eisenhüttenleute anerkannt war, die aber durch die Arbeit Roberts-Austens (1897) und noch mehr durch das spätere Diagramm von Bakhuis-Roozeboom (1900) teilweise erschüttert wurde. Von Le Chatelier wurde aus theoretischen Betrachtungen heraus, von Charpy und Grenet auf Grund überzeugender Versuche (1902) gezeigt, daß die ältere Anschauung von der Stabilität des Systems Eisen-Graphit und der Instabilität des weißen Eisens den Vorzug verdient. In den Kreisen der praktischen Eisenhüttenleute war allerdings diese Anschauung nie erschüttert gewesen.

Von Heyn wurde dann (1904) der Vorschlag gemacht, die Erstarrung der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen durch ein Doppeldiagramm darzustellen, von dem der eine Teil das metastabile Gleichgewicht des graphitfreien Eisens und der andere Teil das stabile Gleichgewicht des Systems Eisen-Graphit darstellt. Das Diagramm wurde veröffentlicht in der Zeitschrift für Elektrochemie 1904 (Labile und metastabile Gleichgewichte in Eisen-Kohlenstoff-Legierungen). Ein Jahr später veröffentlichte Charpy unabhängig von Heyn ein Doppeldiagramm, das, abgesehen von einigen nicht grundsätzlichen Abweichungen, mit dem Heynschen Diagramm übereinstimmte. Das Doppeldiagramm Heyn-Charpy hat den Vorzug, daß es in klarer Weise die stabilen Vorgänge von den metastabilen trennt und in einfacher Weise einen klaren Überblick über die Verhältnisse liefert. Es ist deshalb von der Mehrzahl der Forscher angenommen worden, wenn auch Neigung vorhanden ist, es unter anderen Namen zu verwenden, wobei man über kleinen Änderungen von nicht grundsätzlicher Bedeutung das Grundsätzliche des Diagramms vergaß. Ferner besteht auch Neigung, die Anschauung, daß das Graphit-Eisensystem das stabilere und das weiße Eisen das weniger stabile ist, auf bestimmte Personen zurückzuführen, was nach Meinung des Berichterstatters schwer möglich ist; jedenfalls geht man hiebei geschichtlich nicht weit genug in die Vergangenheit zurück.

Digitized by Google

Von verschiedenen Seiten, unter anderen von Charpy (siehe untenstehendes Literaturverzeichnis Nr. 5) und Benedicks (siehe Nr. 1) ist versucht worden, die Löslichkeit des Graphits im Eisen bis zu Temperaturen von 800° C herunter im Doppeldiagramm einzuzeichnen. Benedicks stützt sich hiebei im wesentlichen auf die Übereinstimmung zwischen der bei einer bestimmten Temperatur ausgeschiedenen Graphitmenge nach Versuchen von Charpy und der bei der Zementation aufgenommenen Kohlenstoffmenge nach Versuchen von R. Mannesmann. Wenn auch kein Zweifel über die Löslichkeit des Graphits im Eisen mehr besteht, so erscheint mir doch die zahlenmäßige Feststellung derselben nach dem Vorgang von Benedicks noch nicht ganz sicher, da ein Zufall hierbei nicht ganz ausgeschlossen erscheint. Es wäre zu überlegen, ob man bei dem Vorgang der Zementierung überhaupt noch mit dem System Eisen-Kohlenstoff zu tun hat und nicht vielmehr mit dem Dreistoffsystem Eisen-Kohlenstoff-Stickstoff, bei dem andere Gleichgewichtsverhältnisse eintreten. Es würden sich dann auch manche Punkte aufklären, die vorläufig noch dunkel sind.

Es ist wahrscheinlich, daß die Teile des Doppeldiagramms, die sich auf die Erstarrung des Systems Eisen-Graphit beziehen, überhaupt nur ausnahmsweise realisierbar sind und daß das Eisen, selbst das siliziumreiche, zunächst graphitfrei erstarrt, also im unterkühlten Zustand verharrt. Die Unterkühlung wird in der Regel erst nach der Erstarrung aufgehoben. Experimentelle Belege hiefür sind von Heyn und Bauer veröffentlicht worden (siehe Nr. 12). Sie schreckten Eisen-Kohlenstoff-Schmelzen von verschiedenen Temperaturen oberhalb und unterhalb der Erstarrungszone ab und ermittelten in den abgeschreckten Schmelzen den Graphitgehalt. Später wurden von Goerens und Gutowsky (siehe Nr. 8) Versuche in der gleichen Richtung und nach genau demselben Verfahren ausgeführt, die zu denselben Ergebnissen führten.

Die Liste der Arbeiten, die sich mit der Erstarrung des Systems Eisen-Kohlenstoff befassen, ist folgende (Anordnung in alphabetischer Reihenfolge der Namen der Verfasser):

1. Benedicks: Über das Gleichgewicht und die Erstarrungsvorgänge des Systems Eisen-Kohlenstoff. Metallurgie **3**, 393, 425, 466; 1906.

2. Benedicks: Über die Löslichkeit des Graphits in Eisen. Metallurgie **5**, 41; 1908.

Digitized by Google

3. Charpy: Über die Identität des Graphits und der Temperkohle im Roheisen. Rev. Métallurgie **5**, 75; 1908.

4. Charpy: Über die Löslichkeit des Graphits im Eisen. Ebenda **5**, 77; 1908.

5. Charpy: Über die Legierungen des Eisens und des Kohlenstoffs. Vortrag vor der Soc. chimique de France, 1908.

6. Gahl: Zur Kenntnis der Graphitausscheidung in Eisen-Kohlenstoff-Schmelzen höheren Kohlenstoffgehaltes. Stahl und Eisen, 225; 1908.

7. Goerens: Über den gegenwärtigen Standpunkt unserer Kenntnis der Erstarrungs- und Umwandlungsvorgänge bei Eisen-Kohlenstoff-Legierungen. Metallurgie **3**, 175; 1906 und **4**, 137; 1907.

8. Goerens und Gutowsky: Experimentelle Studie über den Erstarrungs- und Schmelzvorgang bei Roheisen. Metallurgie **5**, 137; 1908

9. Goerens und Stadeler: Über den Einfluß des Chroms auf die Lösungsfähigkeit des Eisens für Kohlenstoff und die Graphitbildung. Metallurgie **4**, 18; 1907.

10. Gutowsky: Experimentelle Untersuchung über den Erstarrungs- und Schmelzvorgang bei technischem Roheisen (phosphorhaltiges Roheisen). Metallurgie **5**, 463; 1908.

11. Heyn: Metallographische Untersuchungen für das Gießereiwesen. Stahl und Eisen 1295 und 1386; 1906.

12. Heyn und Bauer: Zur Metallographie des Roheisens. Stahl und Eisen, 1568 und 1621; 1907.

13. Howe: Das Kohlenstoff-Eisen-Diagramm. Transactions Amer. Inst. Min. Eng. 1908.

14. Portevin: Gegenwärtiger Stand der Theorien über das Gleichgewicht des Systems Eisen-Kohlenstoff. Rev. Métallurgie **4**, 993; 1907 und **5**, 24; 1908.

15. Sauveur: Die Konstitution der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen. J. Iron and Steel-Institute, 1906, IV, 493.

16. Thomas Turner: Volum- und Temperaturänderungen während der Abkühlung des Gußeisens. J. Iron and Steel Institute, 1906, I, 48.

17. Wüst: Über die Abhängigkeit der Graphitausscheidung von der Anwesenheit fremder Elemente im Roheisen. Metallurgie **3**, 169; 1906.

18. Wüst: Beitrag zur Theorie der Graphitbildung. Metallurgie **3**, 757; 1906.

Digitized by Google

19. Wüst und Petersen: Beitrag zum Einfluß des Siliziums auf das System Eisen-Kohlenstoff. Metallurgie **3**, 811; 1906.

20. Wedding und Cremer: Chemische und metallographische Untersuchung des Hartgusses. Stahl und Eisen **1907**, 833 und 866.

Eine wichtige Arbeit, die zwar nicht unmittelbar in diese Gruppe gehört, aber bei weiterer Forschung wertvolle Unterlagen zu bieten vermag, stammt von

21. Le Chatelier und Wologdin: Über die Dichte des Graphits. Rev. Métallurgie **5**, 140; 1908.

B) Das Verhalten des Systems Eisen-Kohlenstoff nach der Erstarrung.

Thermische und mechanische Behandlung.

Über die Ermittlung der Haltepunkte A_1 und A_2 im Eisen mittels Messung des elektrischen Leitwiderstandes handelt eine Veröffentlichung von Osmond: „Die Untersuchungen von Fournel und die untere Grenze des Punktes A_2". Rev. Métallurgie **3**, 551; 1906.

In der Berichtszeit hat besonders die Frage nach der Natur der Gefügebestandteile Troostit, Sorbit und Austenit Bearbeitung gefunden. Über die erstere Frage haben gearbeitet: Heyn und Bauer: „Über den inneren Aufbau gehärteten und angelassenen Werkzeugstahles", Mitteil. Kgl. Materialprüfungsamt, Gr.-Lichterfelde, 1906, Seite 29. Vergl. auch: Osmond: Die Versuche von Prof. Heyn über das Härten und Anlassen der Stähle, Ergebnisse und Folgerungen. Rev. Métallurgie **3**, 621; 1906. Howe: Eine neue Eisen-Kohlenstoff-Phase, Osmondit. Electrochem. and Met. Industry **5**, Nr. 9; Seite 347.

In der Arbeit von Heyn und Bauer wird auf Grund von Löslichkeitsversuchen und einer Reihe von Barus und Strouhal ermittelter physikalischer Konstanten gehärteter und angelassener Stähle für eutektischen Stahl mit etwa 1% Kohlenstoff folgendes abgeleitet:

Der Übergang vom gehärteten Stahl (Martensit) zum geglühten Stahl (Perlit) erfolgt nicht unmittelbar, sondern über eine gut gekennzeichnete metastabile Zwischenform, die zu Ehren Osmonds als Osmondit bezeichnet wurde, und die die Grenze bildet zwischen Troostit und Sorbit. Beim Anlassen wandelt sich der Martensit zunächst in Troostit um, der sich mit steigender Temperatur der Grenzstufe Osmondit nähert (bei etwa 400° C. Anlaßtemperatur). Bei weiterer Steigerung der Anlaßhitze erfolgt Übergang aus dem

Digitized by Google

Osmondit in Sorbit und schließlich in den Perlit. Der Osmondit ist gekennzeichnet durch größte Löslichkeit gegenüber verdünnter Schwefelsäure, ferner durch stärkste Dunkelfärbung bei Ätzung mit alkoholischer Salzsäure (1%). Ferner liefern die Troostite beim Lösen unter Luftabschluß in 10%iger Schwefelsäure gasförmig entweichende Kohlenwasserstoffe, deren Kohlenstoff als C_h bezeichnet wird, hinterlassen aber außerdem noch einen Rückstand, dessen Kohlenstoffgehalt in heißer konzentrierter Salzsäure unlöslich ist, und der das Zeichen C_f erhält. Dieser Rückstand kann nicht Karbid sein, da dieses sich in heißer konzentrierter Salzsäure unter Entweichen von Kohlenwasserstoffen vollständig auflöst. Somit ist die Kohlenstofform, die im Troostit enthalten ist, von der Karbidkohle C_c verschieden. Das Karbid, dadurch ausgezeichnet, daß es in 10%iger Schwefelsäure unter Luftabschluß unlöslich, nachher aber in heißer konzentrierter Salzsäure löslich ist, beginnt erst nach Anlassen auf etwa 400° C., also beim Osmondit aufzutreten und nimmt dann außerordentlich schnell mit steigender Anlaßtemperatur zu. Der Betrag an C_f steigt vom Martensit zum Osmondit, um dann wieder abzufallen.

Das zweite Ergebnis der angeführten Arbeit ist, daß jede Abschreckung in ihrer Wirkung gleichwertig ist einer idealen Unterkühlung des Stahles zu reinem Martensit nebst darauffolgender mehr oder weniger starken Anlassung. Der Betrag der letzteren hängt ab von der Abschreckgeschwindigkeit. Hierdurch wird das Auftreten von Troostit und Osmondit in abgeschreckten Stählen, und das Auftreten von Sorbit in geglühten, aber verhältnismäßig rasch abgekühlten Stählen erklärt. Wenn man den reinen Martensit als Stahl vom Anlaßgrad 0 bezeichnet und dem ausgeglühten Stahl den Anlaßgrad 1 zuschreibt, so würde jeder Anlaßtemperatur ein zwischen 0 und 1 liegender Anlaßgrad entsprechen. Ein abgeschreckter Stahl braucht nun nicht immer den Anlaßgrad 0 zu haben, sondern sein Anlaßgrad kann je nach der Abschreckgeschwindigkeit mehr nach der 1 zu liegen, selbst wenn ein beabsichtigtes Anlassen gar nicht stattgefunden hat.

In seiner Arbeit: „Experimentelle Untersuchungen über die Abschreckfähigkeit von Flüssigkeiten, über Abschreckgeschwindigkeit usw.“, Iron and Steel InstituteII, 153, 1908, hält Benedicks seine früher aufgestellte Hypothese aufrecht, daß Troostit eine kolloidale Lösung von Zementit in Eisen sei, also ein Perlit mit ultramikro-

Digitized by Google

skopisch ausgeschiedenen Teilchen von Zementit. Er sucht die von Heyn und Bauer gemachten Beobachtungen mit seiner Hypothese in Einklang zu bringen.

Der Maiversammlung des Iron and Steel Institute 1909 wurde von Heyn und Bauer eine Arbeit vorgelegt: „Der Einfluß der Vorbehandlung des Stahles auf die Löslichkeit gegenüber Schwefelsäure; die Möglichkeit, aus der Löslichkeit Schlüsse zu ziehen auf die Vorbehandlung des Materials." Hierin kommen die Verfasser nochmals auf obige Frage zurück und betonen, daß die Hypothese von Benedicks wie jede andere Hypothese berechtigt sei, daß aber von ihr erwartet werden müsse, daß sie ihre Fruchtbarkeit erweise. Durch Versuche über die Wärme-Entbindung während des Anlassens gehärteten Stahles wird von den Verfassern gezeigt, daß die Hauptmenge der Wärme tatsächlich bis 400° C. frei wird. Daraus ist zu schließen, daß sich bis 400° C, also während der Umwandlung des Martensits über Troostit zum Osmondit, ein oder mehrere Körper X ausscheiden. Die beim Übergang von Osmondit zum Perlit frei werdende Wärmemenge kann nur gering sein. Über die Natur dieses Körpers X läßt sich nichts aussagen. Vor allen Dingen ist kein Beweis vorhanden, daß er Karbid ist. Im Gegenteil das Verhalten des Troostits und Osmondits, die beide den Körper X enthalten müssen, gegenüber der Lösung in 10%iger Schwefelsäure unter Luftabschluß und gegenüber der Nachbehandlung des erhaltenen Rückstandes mit heißer konzentrierter Salzsäure spricht dagegen. Denn, wie oben angegeben, liefert hierbei Troostit und Osmondit C_h und C_f, aber keinen C_c.

In der Revue de Métallurgie **5**, 711, 1908, erschien eine Arbeit von Ed. Maurer: „Untersuchungen über das Abschrecken und Anlassen des Eisens und des Stahles." Er findet unter anderem, daß das spezifische Gewicht des angelassenen Stahls in der Nähe des Osmondits ein Maximum aufweist, so daß also bei dem Übergang vom Martensit zum Osmondit über Troostit Volumverkleinerung stattfindet, während der Übergang vom Osmondit zum Perlit wieder von einer Ausdehnung begleitet ist. Ferner stellt Maurer in der Kurve des remanenten Magnetismus in Abhängigkeit von der Anlaßtemperatur in der Nähe des Osmondits eine auffällige Unregelmäßigkeit fest. Es ist hier der Benedicksschen Hypothese Gelegenheit gegeben, in der Deutung dieser Befunde ihre Fruchtbarkeit zu erweisen.

Digitized by Google

Heyn und Bauer erwähnen in ihrer dem Iron- and Steel-Institute vorgelegten Arbeit, daß auch bei sehr kohlenstoffarmem Flußeisen nach dem Abschrecken und Anlassen bei steigenden Temperaturen eine ganz ähnliche Löslichkeitskurve erhalten wird, wie beim eutektischen Stahl. Auch hier ist ein deutliches Maximum der Löslichkeit in der Nähe des Osmondits vorhanden bei einer etwas unterhalb 400° C. liegenden Temperatur. Es erhebt sich infolgedessen die Frage, welche Rolle die Allotropien des Eisens beim Anlassen spielen. Es handelt sich nicht nur um den Körper X, der bis zum Osmondit ausgeschieden wird, sondern es handelt sich auch darum, was in der übrigen Masse, in der X eingebettet liegt, vor sich geht. Es scheint hier noch ein offenes Gebiet für die Forschung vorzuliegen, und man sollte sich mit der Benedicks-schen Hypothese nicht eher zufrieden geben, als bis jeder Zweifel verschwunden ist, daß metastabile Zwischenstufen zwischen Martensit und Perlit nicht auftreten können. Vorläufig sind diese Zweifel noch sehr berechtigt. Es sprechen mehr Tatsachen für das Bestehen einer solchen metastabilen Zwischenstufe, als dagegen. Schließlich muß aber auch betont werden, daß der Übergang aus einer labilen Stufe in eine stabile in der Mehrzahl der Fälle über eine metastabile Stufe hinweg erfolgt. Die Auffassung von Heyn und Bauer ist sonach die allgemeinere, die von Benedicks die speziellere.

Sehr interessante Aufschlüsse hat Benedicks in der oben erwähnten Arbeit über die Natur des Austenits erhalten. Darnach kann der Austenit während der Abschreckung nur dann erhalten bleiben, wenn genügend Druck vorhanden ist. Deswegen tritt der Austenit auch nicht an der Oberfläche gehärteter Stähle, sondern in ihrem Innern auf. Benedicks führt auch einen Versuch an, bei dem nach Abschleifen der Außenschicht eines abgeschreckten Stahles und infolgedessen nach Aufhebung des Druckes auf den zurückbleibenden Teil der ursprünglich in ihm enthaltene Austenit sich nachträglich in Martensit umwandelte.

Auch Maurer ist in der oben angeführten Arbeit der Austenitfrage näher getreten. Er hat gefunden, daß Mangangehalt des Stahles die Erhaltung des Austenits beim Abschrecken befördere. Beim Anlassen verwandelt sich bei sehr manganarmen Stählen der Austenit bei 150 bis 250° C. in Troostit.

In seiner bereits erwähnten Arbeit hat Benedicks wertvolle Untersuchungen über die Abschreckgeschwindigkeit des Stahles in

Digitized by Google

verschiedenen Flüssigkeiten ausgeführt. Er kommt zu dem Schluß, daß die Abschreckfähigkeit einer Flüssigkeit im wesentlichen bedingt wird 1. durch hohe Verdampfungswärme und 2. durch so niedrige Temperatur, daß die sich auf der Oberfläche des Metalls bildenden Dampfblasen von der umgebenden Flüssigkeit leicht kondensiert werden können. Die Geschwindigkeit der Bewegung der Flüssigkeit soll wenig Einfluß ausüben. Wegen der sehr interessanten Einzelheiten sei auf die Quelle verwiesen.

Weitere Arbeiten über gehärteten Stahl sind erschienen von Breuil: „Untersuchungen über die Gefügebestandteile des gehärteten Stahles" (Bullet. de la Soc. de l'Ind. Min. **6**; 1907) und von Kurbatow: „Beitrag zum metallographischen Studium gehärteter Stähle" (Rev. Métallurgie **5**, 704; 1908).

Über den Einfluß der thermischen Behandlung auf Stähle gibt Campbell eine Reihe wertvoller Arbeiten (Metallurgie **3**, 741, 781; 1906 und **4**, 772, 881; 1907).

In der bereits oben genannten Arbeit „Der Einfluß der Vorbehandlung des Stahles auf die Löslichkeit gegenüber Schwefelsäure; die Möglichkeit, aus der Löslichkeit Schlüsse zu ziehen auf die Vorbehandlung des Materials" geben Heyn und Bauer einen Überblick über das Verwendungsgebiet des quantitativen Lösungsversuchs mit verdünnter Schwefelsäure 1 : 1 0. Die durch Messung der Gewichtsabnahme definierte Löslichkeitdes Eisens und Stahles ist eine Funktion der Vorbehandlung und gestattet folgende Feststellungen:

a) Ermittlung des Anlaßgrades gehärteter, beziehungsweise gehärteter und angelassener Stähle;

b) Ermittlung der Temperatur, bei der Wolfram-Chromstähle abgeschreckt wurden. Der Löslichkeitsversuch gibt bei diesen in die Klasse der Schnellstähle gehörenden Materialien mehr Aufschluß als das mikroskopische Gefügebild;

c) Ermittlung des Grades der Kaltbearbeitung, den Flußeisen durchgemacht hat. Hier ist der Löslichkeitsversuch ein außerordentlich scharfes Hilfsmittel. Mit seiner Hilfe ist es möglich, nachzuweisen, ob ein Flußeisen bleibende Streckungen oder Stauchungen bei gewöhnlichen Wärmegraden erfahren hat, selbst wenn der Betrag dieser bleibenden Formänderungen nur 2% beträgt. Dies ist von Bedeutung, wenn es sich um die häufig wiederkehrende Frage handelt, ob ein Konstruk-

Digitized by Google

tionsteil Beanspruchungen erfahren hat, die seine Streckgrenze überschritten;

d) Ermittlung der Temperatur, bis zu welcher kaltbearbeitetes Eisen wieder erhitzt worden ist, in gewissen Fällen.

III. Legierungen des Eisens und des Mangans.

1. Spezialstähle: Das Studium der Spezialstähle hat auch in der Berichtszeit wesentliche Förderung erfahren durch die umfangreichen und interessanten Arbeiten von Guillet: Vierstoff-Stähle, Iron and Steel Institute, II, 1; 1906. — Nickel-Chrom-Stahl, Rev. Métallurgie **3**, 462; 1906. — Nickel-Silizium-Stahl, ebenda, S. 558. — Chrom-Wolfram-Stahl, Rev. Métallurgie, **4**, 5; 1907; — Vanadium-Stahl, ebenda, S. 775. — Bor-Stähle, ebenda, S. 784. — Chrom-Stahl, ebenda, S. 1025.

Von anderen Arbeiten sind zu nennen:

Kupfer-Stähle von Breuil, Iron and Steel Institute, I, 1; 1907. Wolfram-Stähle von Swinden, ebenda, I, 291; 1907.

2. Eisen und Schwefel: Treitschke und Tammann, Z. anorg. Chem. **49**, 320; 1906. Zwischen Eisen und Eisensulfid besteht im flüssigen Zustand nur beschränkte Löslichkeit. Mischkrystalle mit geringen Gehalten an dem zweiten Körper scheiden sich sowohl auf der Seite des Eisens als auch auf der des Sulfides aus. Bei 85% FeS und 15% Fe und einer Temperatur von 970° C. liegt das Eutektikum. Die Temperatur der Umwandlung des γ-Eisens in das β-Eisen wird durch Gegenwart von Eisensulfid erniedrigt. Bei etwa 10% FeS fällt die Umwandlung $\gamma \rightarrow \beta$ mit der Umwandlung $\beta \rightarrow \alpha$ zusammen. Bei 128° C. tritt eine Umwandlung innerhalb des Eisensulfides ein, und zwar unter starker Ausdehnung.

Eine wertvolle Ergänzung der obigen Arbeit wird gegeben durch die Untersuchungen von Levy: Eisen, Kohlenstoff und Schwefel, Iron and Steel Institute, II, 1908.

3. Eisen und Phosphor: Eine sehr gut durchgearbeitete Studie stammt von Saklatwalla (Doktorarbeit der Technischen Hochschule, Berlin; auch veröffentlicht in Iron and Steel Institute, II, 92; 1908. Nachgewiesen sind zwei Verbindungen Fe_3P und Fe_2P. Bis 1·7% Phosphor (vergl. Stead, Iron and Steel Institute 1900, Sept.) bestehen Mischkrystalle; von da ab bilden die Mischkrystalle mit Fe_3P ein Erstarrungsdiagramm mit einem Eutektikum bei

Digitized by Google

1000° C. und 10·2% Phosphor. Das System Fe_3P und Fe_2P bildet ebenfalls ein Eutektikum bei 16·2% Phosphor und 960° C.

Gercke (Metallurgie **5**, 604; 1908) beseitigt einige Unstimmigkeiten im Diagramm Saklatwallas. Er findet das Eutektikum Mischkrystalle + Fe_3P (10·2% P) statt bei 1000° C. bei 980° C. und erklärt die Unregelmäßigkeiten im Verlauf der eutektischen Linie Saklatwallas durch Unterkühlung.

Eisen, Kohlenstoff und Phosphor. Dieses System ist studiert von Wüst, Metallurgie **5**, 73; 1908. Er fand das Dreistoff-Eutektikum bei 950° C. und einer Zusammensetzung von 2% Kohlenstoff, 6·7% Phosphor und 91·3% Eisen. Über dasselbe System haben noch veröffentlicht Goerens und Dobbelstein, Metallurgie **5**, 561; 1908.

4. Eisen, Kohlenstoff und Silizium. In Ergänzung der Arbeit von Guertler und Tammann über Eisen und Silizium (Z. anorg. Chem. **47**, 163; 1905) ist von Gontermann das System Fe + C + Si näher studiert worden. (Z. anorg. Chem. **59**, 373; 1908). Der Inhalt läßt sich nicht kurz wiedergeben; es muß auf die Quelle verwiesen werden.

5. Eisen und Chrom. Treitschke und Tammann; Z. anorg. Chem. **55**, 402; 1907.

6. Eisen und Kupfer. Sahmen; Z. anorg. Chem. **57**, 9; 1908.

7. Eisen und Molybdän. Lautsch und Tammann, Z. anorg. Chem. **55**, 386; 1907. Die bei diesem wichtigen System herrschenden Verhälnisse sind noch nicht so weit aufgeklärt, daß eine kurze Darstellung möglich wäre.

8. Eisen und Tantal. Guillet; Comptes Rendus **145**, 327; 1907.

9. Eisen und Vanadium. Pütz; Metallurgie **3**, 635; 1906

10. Eisen und Wolfram. Harkort; Metallurgie **4**, 617, 639, 673; 1907.

11. Eisen und Zink. Wologdin; Rev. Métallurgie **3**, 701; 1906.

12. Mangan und Kohlenstoff. Stadeler; Metallurgie **5**, 260; 1908.

13. Mangan und Silizium. Doernickel; Z. anorg. Chem. **50**, 117; 1906. Aus dem Schmelzdiagramm werden die Verbindungen Mn_2Si und MnSi abgeleitet.

Digitized by Google

IV. Technisch wichtige Legierungen der Metalle außer Eisen.

Eine zusammenfassende Arbeit bringt Guillet in der Rev. Métallurgie, **3**, 155; 1906: „Neuere Untersuchungen über die technischen Legierungen und ihre Bedeutung, ferner ebenda **3**, 243; 1906; „Allgemeiner Überblick über die Spezialmessing- und Bronzelegierungen" und schließlich ebenda, **4**, 622; 1907: „Untersuchungen über die Konstitution der Kupferlegierungen".

A. Legierungen des Kupfers.

1. Kupfer und Aluminium. Über diese Legierungsreihe handelt der 8. Bericht der Legierungskommission des Institutes of Mechanical Engineers, erstattet von Carpenter und Edwards (Proc. Inst. Mech. Eng. 1907, Seite 57). Die Arbeit ist von musterhafter Gründlichkeit in jeder Beziehung. Ihr Inhalt bildet eine wesentliche Bereicherung unserer metallographischen und metallurgischen Kenntnisse. Man merkt der Arbeit das Bestreben der Verfasser an, eine angefangene Arbeit auch tatsächlich zu Ende zu führen, was besonders hervorgehoben werden muß, weil dies Bestreben bei manchen anderen Arbeiten metallographischen Inhalts nicht zutage tritt.

2. Kupfer und Mangan. Wologdin; Rev. Métallurgie **4**, 25, 1907. Sahnen. Z. anorg. Ch. **57**, 20; 1908.

3. Kupfer und Magnesium. Sahnen; Z. anorg. Ch **57**, 26; 1908.

4. Kupfer und Nickel. Guertler und Tammann; Z. anorg. Ch. **52**, 25; 1907. Kurnakow und Żemczużny; Z. anorg. Ch. **54**, 149; 1907.

5. Kupfer, Nickel und Zink. Tafel; Metallurgie **5**, 343; 1908.

6. Kupfer und Phosphor. Heyn und Bauer; Mitt. Kgl. Materialprüfungsamt, Groß-Lichterfelde, 1907, 6. Heft.

7. Kupfer und Schwefel. Heyn und Bauer; Metallurgie **3**, 73; 1906.

8. Kupfer, Schwefel, Selen, Tellur. Hinrichsen und Bauer, Mitt. Kgl. Materialprüfungsamt, Groß-Lichterfelde, 1907, 6. Heft. Zu dem in der obigen Arbeit (Nr. 7) mitgeteilten sehr empfindlichen qualitativen Nachweis von Schwefel, Selen und Tellur in Kupferlegierungen wird die theoretische Erklärung gegeben.

Digitized by Google

9. Kupfer und Tellur. Chikashige; Z. anorg. Ch. **54**, 50; 1907.

10. Kupfer und Silizium. Rudolfi; Z. anorg. Ch. **53**, 216; 1907. Philips; Metallurgie **4**, 587; 1907. Guertler; Metallurgie **5**, 185; 1908.

11. Kupfer und Selen. Friedrich und Leroux; Metallurgie **5**, 355; 1908.

12. Kupfer und Wismut. Jeriomin; Z. anorg. Ch. **55**, 412; 1907.

B. Legierungen des Aluminiums.

13. Aluminium und Magnesium. Longuinine und Shukareff; Rev. Métallurgie **3**, 48; 1906.

C. Legierungen des Nickels.

14. Nickel und Kohlenstoff. Wilms. Doktorarbeit, Techn. Hochschule, Berlin.

D. Legierungen des Bleis.

15. Blei und Antimon. Gontermann; Z. anorg. Ch. **55**, 419; 1907.

16. Blei und Magnesium und Zinn. Vegesack. Z. anorg. Ch **54**, 367; 1907.

17. Blei und Zinn. Rosenhain und Tucker. Trans. Royal. Soc. London; A. **209**, 89; 1908. Diese Arbeit bietet besonderes Interesse wegen einer den bisherigen Beobachtern entgangenen Umwandlung unterhalb der eutektischen Temperatur.

E. Metalle und Gase.

18. Über die Okklusion und Diffusion von Gasen durch Metalle. Sieverts. Habilitationsschrift, Leipzig, 1907.

V. Die metallographische Durchforschung der Vorgänge im Bereich der Metallhüttenkunde. Steine und Speisen.

Die meisten der hierher gehörigen Arbeiten entstammen dem Laboratorium des Professors Friedrich, Bergakademie, Freiberg, Sachsen. Nachstehend folgt eine Übersicht über die Veröffentlichungen auf diesem Gebiete.

Digitized by Google

1 Blei und Arsen. Friedrich. Metallurgie **3**, 41; 1906.

2. Silber und Arsen. Friedrich und Leroux; Metallurgie **3**, 192; 1906.

3. Silber und Schwefelsilber. Friedrich und Leroux. Metallurgie **3**, 361; 1906.

4. Blei und Silber. Friedrich; Metallurgie **3**, 396; 1906.

5. Zink und Arsen Friedrich und Leroux. Metallurgie **3**, 477; 1906.

6. Zur Kenntnis des Kupfersteins. Röntgen. Metallurgie **3**, 479; 1906.

7. Bleisteine. Weidmann. Metallurgie **3**, 660; 1906.

8. Eisen und Arsen. Friedrich. Metallurgie **4**, 129; 1907.

9. Nickel und Arsen. Friedrich. Metallurgie **4**, 200; 1907.

10. Kupfer, Silber, Blei. Friedrich und Leroux. Metallurgie **4**, 293; 1907.

11. Die Schmelzdiagramme der binären Systeme Bleiglanz-Magnetkies u. Bleiglanz-Schwefelsilber. Friedrich. Metallurgie **4**, 479; 1907.

12. Die Schmelzdiagramme der binären Systeme Schwefelsilber-Kupfersulfür und Bleiglanz-Kupfersulfür. Friedrich. Metallurgie **4**, 671; 1907.

13. Das Schmelzdiagramm der Nickel-Schwefelverbindungen. Bornemann. Metallurgie **5**, 13; 1908.

14. Beitrag zur Kenntnis der Schwefelmetalle PbS, Cu_2S, Ag_2S, FeS. Friedrich. Metallurgie **5**, 23 und 50; 1908.

15. Über die Konstitution des Nickelsteins. Bornemann. Metallurgie **5**, 61; 1908.

16. Die Zinkblende als Steinbildner. Friedrich. Metallurgie **5**, 114; 1908.

17. Zur Kenntnis der Schmelzdiagramme der binären Systeme Platin-Arsen und Wismut-Arsen. Friedrich und Leroux. Metallurgie **5**, 150; 1908.

18. Schmelzdiagramm der Kobalt-Arsen-Legierungen Friedrich, Metallurgie **5**, 150; 1908.

19. Schmelzdiagramm der Kobalt-Schwefel-Legierungen. Friedrich. **5**, 212; 1908.

Digitized by Google

20. Neuere Untersuchungen über das Schmelzdiagramm des Systems Kupfer-Arsen und den elektrischen Leitwiderstand von arsenhaltigem Kupfer. Friedrich. Metallurgie **5**, 529; 1908.

21. Das Schmelzen von Kupfererzen in Schachtöfen. Baikow. Mitt. des Petersburger polytechnischen Institutes, **9**, 1908.

VI. Allgemeines über Phasenlehre, Schmelzdiagramme. Physikalisch-chemische Verfahren im Dienst der Metallographie, Krystallographie.

A. Krystallographie.

1. Hier ist in erster Linie eine klassische Studie von Osmond und Cartaud zu nennen: „Die Krystallographie des Eisens". Iron and Steel Institute, II, 522; 1906. Darin werden die verschiedenen Arten der Deformation in Eisenkrystallen eingehend beleuchtet.

2. Deformation und Bruch in Eisen und Stahl. Rosenhain. Iron and Steel Institute, II, 189; 1906.

3. Krystallisation und Struktur des Stahles. Baikow. Mitt. des Petersburger polytechnischen Institutes, **8**, 289; 1907.

B. Härte.

4. Die Härte der Gefügebestandteile von Stahl und Eisen. Boynton. Iron and Steel Institute II, 287; 1906.

5. Die Härte der festen Metallösungen und der bestimmten chemischen Verbindungen. Kurnakow und Żemczużny. Zeitschr. anorg. Chem. **60**, 1; 1908.

C. Ausdehnung durch Wärme; spezifische Wärme; Schmelzwärme; Wärmeinhalt.

6. Das Glühen von Kupfer mit besonderer Berücksichtigung der Ausdehnung. Turner und Levy. Proc. Royal Soc. London. A. **80**, 1907.

7. Zur spezifischen Wärme der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen. Oberhoffer und Meuthen. Metallurgie **5**, 173; 1908.

8. Die latente Schmelzwärme des reinen Eisens. Brisker. Metallurgie **5**, 183; 1908.

Digitized by Google

9. Über den Wärmeinhalt von Zweistoffsystemen. Tammann. Z. phys. Chem. **64**, 357; 1908.

D. Schmelz- und Umwandlungskurven.

10. Über die Veränderung des Schmelzpunktes von eutektischen Gemischen. Benedicks und Arpi. Metallurgie **4**, 416; 1907.

11. Über die Gestalt der Schmelzkurven in binären Systemen und Über die Dissoziation einer im Gleichgewichte befindlichen Verbindung usw. Ruer. Z. phys. Chem. **59**, 1; 1907 und ebenda **64**, 357; 1908. Zu den drei Typen von Bakhuis Roozeboom für vollständige Mischbarkeit im flüssigen und festen Zustand wird noch ein vierter Typ hinzugefügt, der ebenso wie die Type II und III eine horizontale Tangente im Konzentrations-Temperatur-Diagramm besitzt, aber kein Minimum oder Maximum. Nach dem Verfasser gehören die Systeme Brom = Jod und Magnesium-Kadmium zu diesem Typ. Ferner weist der Verfasser auf Grund thermodynamischer Betrachtungen nach, daß in Zweistoffsystemen, die chemische Verbindungen bilden, die Schmelzkurve an der der Verbindung entsprechenden Stelle keine Spitze, sondern eine Abrundung haben muß. Gegen die Art des Nachweises wendet sich Laar, Z. phys. Chem. **66**, 197; 1909 (Schmelzkurven binärer Systeme).

12. Untersuchungen über binäre und ternäre Legierungen von Blei, Zinn, Wismut, Kadmium. Stoffel. Z. anorg. Chem. **53**, 156; 1907.

13. Bemerkungen über Rekaleszenzkurven. Rosenhain. Proc. Phys. Soc. London **21**, 1908.

14. Über die Verfahren zur Ermittlung der Abkühlungskurven. Burgess. Bull. Bureau of Standards **5**, 1908.

E. Elektromotorische Kraft. Leitfähigkeit.

15. Potential und Natur der Metallegierungen. Puschin. Petersburg 1906

16. Die elektromotorische Kraft der Metallegierungen. Puschin. Rev. Métallurgie **4**, 926; 1907.

17. Über die elektrische Leitfähigkeit der Legierungen. 1. Der Zusammenhang zwischen Leitfähigkeit und Konstitution. 2. Der Zusammenhang zwischen der Konstitution

Digitized by Google

und dem Temperaturkoeffizienten der Leitfähigkeit. Guertler. Z. anorg. Chem. **51**, 397; 1906 und **54**, 58; 1907

18. Bemerkungen zu dem Gesetz von Matthiessen, betreffend den Temperaturkoeffizienten der elektrischen Leitfähigkeit von Metallegierungen. Guertler. Physikalische Zeitschrift **9**, 29; 1907.

19. Über die elektrische Leitfähigkeit der Legierungen und ihren Temperaturkoeffizient. Guertler. Physikalische Zeitschrift **9**, 404; 1908.

20. Über die elektrische Leitfähigkeit der Legierungen und ihren Temperaturkoeffizenten. Rudolfi. Physikalische Zeitschrift, **9**, 198; 1908.

VII. Hilfsmittel für metallographische Arbeiten.

A. Ätzmittel.

1. Schnelligkeit des Angriffes metallographischer Reagentien. Lejeune. Rev. Métallurgie, **3**, 426; 1906.

2. Die Ätzmittel für das metallographische Studium des Stahles. Kurbatow. Rev. Métallurgie, **3**, 648; 1906.

B. Optische Hilfsmittel. Photographie.

3. Über einen Apparat zur Erkennung und Messung optischer Anisotropie undurchsichtiger Substanzen und dessen Verwendung. Königsberger. Zentralblatt für Mineralogie usw. 1908, S. 565.

4. Mikroskopie im ultravioletten Licht. Einige kleine Beiträge metallographischen und metallurgischen Inhalts. Friedrich. Metallurgie, **5**, 593; 1908.

5. Die Farbenphotographie in der Metallographie. Révillon und Beauverie. Rev. Métallurgie, **5**, 885; 1908.

6. Über die Anwendung der Lumièreschen Farbenphotographie in der Metallographie. Goerens. Metallurgie **5**, 19; 1908.

C. Apparate zur Schmelzpunkt- und Haltepunktbestimmung.

7. Bemerkung über die Anwendung des Differentialgalvanometers. Portevin. Rev. Métallurgie, **5**, 295; 1908.

8. Registrierpyrometer mit fester photographischer Platte. Wologdin. Rev. Métallurgie, **4**, 552; 1907.

Digitized by Google

D. Öfen.

9. Ein Experimentier-Doppelmuffel-Gasofen für das Studium der Wärmebehandlung des Stahles. Howe. Proc. Amer. Soc. Test. Materials, **6**, 202; 1906.

10. Über einen Gastiegelofen für metallographische Untersuchungen. Friedrich. Metallurgie, **3**, 206; 1906.

VIII. Anwendung der Metallographie in der Praxis.

Daß die metallographische Forschung für das Materialprüfungswesen unentbehrlich geworden ist, bedarf keiner weiteren Erörterung mehr. Auch in die Laboratorien der Hüttenwerke haben sich metallographische Verfahren Eingang verschafft. Dem Berichterstatter sind die Verhältnisse außerhalb Deutschlands nicht bekannt. Zur Beleuchtung der Verhältnisse in Deutschland kann der Umstand dienen, daß vom Königl. Materialprüfungsamt allein seit 1904 außer Privatpersonen in metallographischen Untersuchungsverfahren ausgebildet wurden:

im Auftrag von	größeren Werken . . .	31 Personen
„ „ „	Hochschulen	11 „
„ „ „	sonstigen Schulen . .	2 „
„ „ „	Versuchsanstalten . .	1 Person

Man kann daraus einen Schluß ziehen auf das Interesse, das der Metallographie von seiten der Praxis und sonstiger Kreise entgegengebracht wird, zumal wenn man bedenkt, daß der Unterricht in Metallographie bereits an fünf Hochschulen seit längerer Zeit eingerichtet ist, und daß das Materialprüfungsamt nur im Fall des Bedürfnisses Ingenieuren kurze Unterweisungen erteilt, da der Unterricht ja nicht zu seinen eigentlichen Aufgaben gehört.

Von Arbeiten, die sich insbesondere mit der Verwendung der Metallographie für die Praxis befassen, seien genannt:

Le Chatelier: Die praktische Anwendung der Metallographie Rev. Métallurgie Sept. 1906.

Hoitsema: Die Metallographie als Hülfsmittel zur Untersuchung falscher Münzen. Metallurgie **3**, 128; 1906.

Heyn: Einiges aus der metallographischen Praxis. Stahl und Eisen 1906, Heft 1.

Heyn: Über die Nutzanwendung der Metallographie in der Eisenindustrie. Stahl und Eisen 1906, Heft 10.

Digitized by Google

Heyn: Metallographische Untersuchungen für das Gießereiwesen. Stahl und Eisen 1906, Heft 21 und 22.

Heyn: Bericht über Ätzverfahren zur makroskopischen Gefügeuntersuchung des schmiedbaren Eisens und über die damit zu erzielenden Ergebnisse. Mitt. Königl. Materialprüfungsamt Groß-Lichterfelde 1906, S. 253.

Bannister: Die Beziehung zwischen Bruchgefüge und Kleingefüge von Stahlstücken. Iron and Steel Institute 1906, I, 161.

Guillet: Durchführung der Kleingefügeuntersuchung in Hüttenwerken. Génie Civil, Juni 1907.

Sauveur: Die Anwendung der Metallographie im Gießereiwesen. Foundry, Januar und April 1907.

Heyn: Über bleibende Spannungen in Werkstücken infolge Abkühlung. Stahl und Eisen, Sept. 1907.

Boyer: Anwendung der Metallographie in der französischen Eisenindustrie. Engineering Magazine, 1909, S. 664.

IX. Lehrbücher aus dem Gebiet der Metallographie.

Ein vorzügliches Buch, das besonders wertvoll sein wird für solche, die sich in den Geist der Lehre von den Gleichgewichten der Metallösungen hineinleben wollen, ist herausgegeben von Ruer: „Metallographie in elementarer Darstellung", Verlag von Leopold Voss, Leipzig und Hamburg, 1907.

Eine elementare Darstellung der Metallographie, ihrer Verfahren und ihrer Anwendung ist verfaßt von Heyn und Bauer und erschienen im Verlag der Göschenschen Verlagshandlung, Leipzig, 1909.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

I2

SPEZIALSTÄHLE.

Von Professor **Léon Guillet,** Paris.

Übersetzt von J. Fleischmann, Wien.

Seit dem Brüsseler Kongreß hat die Herstellung der Spezialstähle einige bemerkenswerte Fortschritte zu verzeichnen; insbesondere scheint die Richtung, welche die Spezialstahlfabrikation eingeschlagen hat, von hohem Interesse.

Wir wollen nunmehr die gegenwärtigen Fabrikationsziele einer kurzen Besprechung unterziehen.

Wenn man den Stahl nach seinem Kleingefüge einteilt, in der Art etwa, wie wir dies in unserem Brüsseler Kongreßberichte getan haben, so fällt vor allem der Umstand auf, daß gegenwärtig fast nur die Stähle mit Perlitgefüge (das sind Stähle, die das Gefüge des gewöhnlichen Kohlenstoff-Stahles besitzen) in der Technik Verwendung finden.

Es steht außer Zweifel, daß die Stähle mit polyedrischem Gefüge (das sind Stähle mit γ-Eisen- und mit hohem Nickel- und Mangangehalt) täglich an praktischer Bedeutung verlieren, teils wegen ihres hohen Preises, teils wegen ihrer tiefen Elastizitätsgrenze. Sie finden tatsächlich nur mehr in einzelnen Fällen Verwendung, und zwar wo ihre Widerstandsfähigkeit gegen Oxydation oder ihre Widerstandsfähigkeit gegen die hohen Temperaturen des überhitzten Dampfes oder schließlich die besonderen Ausdehnungskoeffizienten, welche einzelnen Sorten eigen sind, in Betracht kommen. Im Gegensatze zu den Hoffnungen gewisser Metallurgisten haben diese Stahlsorten durchaus keinen allgemeinen Eingang in die technische Praxis gefunden.

Digitized by Google

Der „Hadfield"-Stahl findet noch immer interessante Anwendungen, und zwar dort, wo gleichzeitig Widerstandsfähigkeit gegen Schlag und Abnützung verlangt wird.

Ansonsten finden wir, sofern man vom Werkzeugstahle, vom Stahl für Kugel und Kugellager mit Karbidgefüge absieht, nur eine Stahlsorte im industriellen Gebrauche, den Perlitstahl.

Prüfen wir nun die gegenwärtig bei der Erzeugung dieser Stahlprodukte herrschenden Bestrebungen.

Die im Gebrauche stehenden Spezialstähle mit Perlitgefüge sind ihrer Bedeutung nach folgende:

a) Nickel- und Nickel-Chrom-Stähle,

b) die Vanadium-Stähle mit und ohne Nickel und Chrom,

c) die siliziumhältigen Stähle (auch Mangan-Silizium-Stähle genannt),

d) schließlich, wenn auch seltener verwendet, die Wolframstähle.

Welcher Art auch immer die betrachteten Stahlsorten sind, die durch sie verfolgten Zwecke sind folgende:

1. Verbesserung der mechanischen Eigenschaften, wenigstens jener, die wir als solche zu bezeichnen gewohnt sind. Hiezu dient vor allem der Vanadiumzusatz, der sich gleichwohl in Europa noch wenig eingebürgert hat.

2. Vereinfachung der thermischen Behandlung.

3. Schaffung besonderer Arten für Konstruktionsteile, die auf Reibung beansprucht sind.

In dem Bestreben, die mechanischen Eigenschaften zu verbessern — das heißt, Stähle mit möglichst großer Bruchfestigkeit und möglichst hoher Elastizitätsgrenze zu erzeugen, ohne daß die Brüchigkeit dabei zu groß würde — ist man zu immer komplizierteren Typen gekommen, Typen, die neben dem gewöhnlichen Stahl oft drei fremde Elemente besaßen. Man muß in dieser Frage zwei außerordentlich wichtige Punkte unterscheiden:

Stähle, die bemerkenswerte Resultate im rohgeschmiedeten Zustande oder noch besser im ausgeglühten Zustande geben; diese Stähle haben den großen Mangel, daß sie eine hohe Elastizitätsgrenze zeigen und der hüttenmännischen Bearbeitung große Schwierigkeiten bieten.

Im Gegensatze hierzu verdienen die Stähle, welche ausgeglüht nur mäßig gute mechanische Eigenschaften zeigen, die aber durch eine geeignete, mitunter nur sehr einfache Wärmebehandlung

Digitized by Google

hervorragende Eigenschaften erhalten, hohes Interesse; sie bedürfen, sobald sie im ausgeglühten Zustande hüttenmännisch bearbeitet worden sind, nur noch einer geringen Rektifikation nach der Wärmebehandlung.

Betrachten wir die günstigsten Ergebnisse, die man erhalten kann.

Ich habe vor einiger Zeit auf einen Silicium-Nickel-Stahl hingewiesen, der außerordentliche Resultate ergab. Seine Zusammensetzung war: C = 0·221, Ni = 12·00, Si = 1·78, Mn = 0·112, S = 0·011, P = 0·005;

der Stahl zeigt nach Ausglühen bei 900°: F[1]) = 170·0, E[2]) = 141·1, L[3]) = 9%, Σ[4]) = 42·9, Schlagarbeit = 5;

nach Härtung bei 825° in Wasser von 20°: F = 202·8, E = 138·3, L = 4%, Σ = 0, Schlag = 10.

Dieser Stahl läßt sich aber, gleichwie solche vom martensitischen Gefüge, nur sehr schwer vor seiner Wärmebehandlung hüttenmännisch bearbeiten. Wir prophezeien ihm keine industrielle Zukunft.

Im folgenden seien jene in der Industrie verwendeten Stahlsorten besprochen, die sich im Normalzustande leicht bearbeiten lassen und die durch thermische Behandlung sehr interessante neue Eigenschaften erhalten.

1. Nickel-Vanadium-Stahl.

Zusammensetzung: C = 200, Ni = 7, Va = 0·2, Mn = 0·30.

Eigenschaften im ausgeglühten Zustande: F = 65, E = 45, L = 20%.

Eigenschaften nach Härtung bei 850° im Wasser: F = 140, E = 120, L = 10%.

2. Nickel-Chrom-Vanadium-Stahl.

Zusammensetzung: C = 0·450, Ni = 2·25, Cr = 0·60, Va = 0·07, Mn = 0·28.

Eigenschaften im ausgeglühten Zustande: F = 70, E = 50, L = 20%, Schlag = 6.

---

[1]) F = Festigkeit.
[2]) E = Elastizitätsgrenze.
[3]) L = Dehnung.
[4]) Σ = Dehnung + Kontraktion.

Digitized by Google

Eigenschaften nach Härtung bei 800° und Wiederanlassen auf 400°: F = 150, E = 130, L = 6%, Schlag = 11.

Es ist bemerkenswert, daß die Festigkeit gegen Schlag nach der Härtung noch größer geworden ist, als vorher.

3. Nickel-Chrom-Stahl.

Zusammensetzung: C = 0·173, Ni = 5·47, Cr = 0·13, Mn = 0·55, Si = 0·16.

Eigenschaften im ausgeglühten Zustande: F = 61, E = 36, L = 21·5%, Z = 55, Schlag = 12.

Eigenschaften nach Härtung bei 850° in Öl: F = 130, E = 122, L = 5%, Z = 15, Schlag = 11.

Man sieht also, daß man im allgemeinen mit einer Festigkeit von 140—150 kg/mm², mit einer Elastizitätsgrenze von 120 kg/mm² und mit einer Schlagarbeit von 10—12 Kilogrammetern rechnen kann, womit der Stahl als wenig brüchig und als für eine große Anzahl von Konstruktionsteilen (wie Wellen, Triebwerke) verwendbar charakterisiert erscheint.

Es besteht seit einigen Monaten immer mehr die Tendenz, dem Stahl Vanadium beizusetzen.

Wir haben bereits in mehreren Veröffentlichungen die wichtige Rolle gezeigt, welche dem Vanadium zukommt: es beeinflußt in hervorragender Weise die durch Härtung erreichbaren Eigenschaften.

Es genügt ein Zusatz von 0·2 bis 0·3%, um die Bruchfestigkeit und die Elastizitätsgrenze nach der Härtung merklich zu erhöhen, ohne daß die Eigenschaften des Metalles nach dem Ausglühen im geringsten verändert würden. Chrom und Silizium wirken im gleichen Sinne, aber sie vergrößern gleichzeitig die Brüchigkeit und verändern die Eigenschaften des ausgeglühten Stahles sehr erheblich.

Es ist übrigens bemerkenswert, daß die Frage des Vanadiumzusatzes in England und noch mehr in Amerika viel weiter fortgeschritten ist als in Frankreich. Es sind bereits sehr interessante Erfolge mit Vanadium bei Herstellung von Panzerplatten, Federn, Stanzen etc. erzielt worden, und ist die Frage des Vanadiumzusatzes Gegenstand des besonderen Studiums der Industrie geworden.

Eine zweite, bei der Herstellung von Spezialstählen sich geltend machende Richtung erstrebt die Vereinfachung der thermischen Behandlung. Diese Frage ist in der Tat sehr wichtig, da die

Digitized by Google

meisten Konstrukteure nicht die Hilfsmittel besitzen, um eine Wärmebehandlung präzise durchzuführen, bei der sowohl die Härtung als auch das Anlassen bei genau bestimmter Temperatur erfolgen muß und noch die Schwierigkeit hinzukommt, daß die Anlaßtemperatur im allgemeinen niedrig (zwischen 200° bis 400°) ist und schon eine Änderung um 25° häufig die mechanischen Eigenschaften sehr wesentlich, insbesondere vom Standpunkt der Reibung, verändert.

Es ist daher nur allzu berechtigt, daß die Metallurgisten auf eine Vereinfachung der die gewünschten Eigenschaften des Stahles herbeiführenden Wärmebehandlung hinarbeiten.

Der erste Schritt nach dieser Richtung bestand in der Eliminierung des Anlassens.

Man suchte demgemäß solche Stahlverbindungen herzustellen, deren Brüchigkeit nach der Härtung — diese Brüchigkeit natürlich vom Standpunkt der jeweiligen Verwendung des Stahles betrachtet — eine Herabminderuug durch Anlassen nicht notwendig hat.

In dieser Beziehung steht an der Spitze der Nickel-Vanadium-Stahl, den wir schon vorher erwähnt haben, und der nur einer einzigen Härtung im Wasser, u. zw. bei einer nicht genau begrenzten Temperatur, bedarf.

Außerdem wurden Stahlsorten mit geringem Nickel-Mangan- und Siliziumgehalt, sowie hohem Kohlenstoffgehalt (C = 0·45, Ni = 1·25, M = 1·14, Si = 1·28) hergestellt, die nach einer einfachen Härtung in Öl bei 800° bis 900° bereits für die Verwendung notwendigen Eigenschaften erhielten.

Unter allen Wärmebehandlungen ist jedoch zweifellos jene die einfachste, die in einer bloßen Abkühlung an der Luft besteht.

Abgesehen vom Schnellschneidstahl — der nicht Gegenstand der vorliegenden Abhandlung ist — eignet sich die Lufthärtung für einige Nickelstahlsorten, und es ist nicht schwer, von vorneherein zu erkennen, welche Arten dies sind. Bekanntlich können Nickelstähle entweder perlitisches oder martensitisches oder polyedrisches Gefüge besitzen. Man weiß anderseits, daß das martensitische Gefüge jenes des gewöhnlichen, gut gehärteten Stahles ist und daß der Übergang von einem Gefügebild in ein anderes von der Summe C + Ni und von einigen anderen Elementen abhängt, die, wie insbesondere Mangan und Chrom, im gleichen Sinne wie Nickel wirken.

Digitized by Google

Es gibt jedoch außerdem Fälle, wo der Übergang von einer Gefügeart in die andere nicht erfolgen konnte.

Es gibt Stähle, die gleichzeitig Perlit und Martensit enthalten; bei solchen wird es bloß einer Abkühlung an der Luft bedürfen, um ein vollständig martensitisches Gefüge zu erhalten.

Die an der Grenze der Martensitstruktur stehenden Stähle sind es also, die sich für die Lufthärtung eignen.

Aber diese Stähle besitzen eine Unannehmlichkeit: es genügt eine kleine Änderung in der Zusammensetzung, um sie in die Gruppe der martensitischen Stähle zu versetzen und damit ihre Bearbeitung äußerst schwierig zu gestalten.

Nachstehend sind einige Beispiele lufthärtender Stähle angeführt:

1. C = 0·75, Ni = 3·82, Cr = 1·28, Mn = 0·52, Si = 0·17.

Im ausgeglühten Zustand: F (Festigkeit) = 97·0, E (Elastizitätsgrenze) = 76·8, L (Dehnung) = 12%, Σ (Dehnung + Kontraktion) = 40, Schlagarbeit = 3.

Im gehärteteten (in Luft bei 850°) Zustande: F = 135, E = 132, L = 10, Σ = 20, Schlag = 8. (Die Brüchigkeit erscheint also nach der Härtung geringer als vorher.)

2. C = 252, Ni = 5·43, Cr = 0·52, Mn = 0·33, Si = 0·22.

Ausgeglüht: F = 76, E = 64·3, L = 18%, E = 60·2, Schlag = 20.

Gehärtet in Luft bei 850°: F = 123, E = 105·4, L = 10%, Σ = 48·5, Schlag = 12.

Gehärtet in Wasser bei 850°: F = 143·5, E = 128, L = 8%, Σ = 42·3, Schlag = 10.

3. C = 0·366, Ni = 4·76, Cr = 0·92, Mn = 0·41.

Ausgeglüht: F = 95—100, E = 80—85, L = 12—15%, Σ = 55—60, Schlag = 12 (diese Ergebniszahlen sind seitens des Fabrikanten angegeben worden), F = 143, E = 120, L = 7%, Σ = 38·7, Schlag = 6·5 (dieses Ergebnis ist unserseits erhalten worden).

Luftgehärtet hätte der Stahl nach Angabe des Fabrikanten geben sollen: F = 159, E = 125, L = 8, Σ = 40·1, Schlag = 8.

Die letztbetrachtete Stahlsorte bietet ein Beispiel für das, was von uns schon vorher vom martensitischen Stahl — insoweit er wenigstens uns untergekommen ist — gesagt worden ist.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß alle diese Stähle durch die Härtung im Wasser viel stärker beeinflußt werden, daß ihre mechanischen Eigenschaften durch diese Behandlung außerordentlich erhöht werden. Aber in den meisten Fällen genügt die einfache Lufthärtung vollkommen.

Digitized by Google

Der dritte Punkt in dem gegenwärtigen Streben nach Verbesserung der Spezialstahlerzeugnisse besteht in der Vermehrung des Kohlenstoffgehaltes der auf Reibungsarbeit beanspruchten Stähle. Um kurz zu sein, kann man sagen, daß der Kohlenstoff der wirksamste Stoff des mineralischen Härtegrades, daß das Chrom jedoch, das auch im gleichen Sinne wirkt, kein Äquivalent für denselben ist. Man hat versucht, für gewisse Konstruktionsteile, deren Brüchigkeit weniger zu fürchten war, jene Form der Härte zu vermehren, welche mit der Abnützung bei Reibungsbeanspruchung in Beziehung zu stehen scheint; hiebei handelt es sich um den Kohlenstoffgehalt.

Ich kann als Beispiele nur zwei Stahlgattungen, die beide von ein und derselben französischen Firma herrühren, anführen:

1. Gattung: C = 0·330, Ni = 2·43, Cr = 0·42, Mn = 0·43, Si = 0·26.

2. Gattung: C = 0·626, Ni = 2·6, Cr = 0·55, Mn = 0·22, Si = 0·32.

Wir persönlich sind keine Anhänger so hohen Kohlenstoffgehaltes, und in der Praxis zeigen — sofern man von den Silizium-Stählen, die bis 0·600% Kohlenstoff enthalten können, absieht — jene Stahlprodukte die besten Resultate, die höchstens 0·400% Kohlenstoff besitzen; in vielen Fällen ist es aber vorteilhaft, noch unter diesen Gehalt herabzugehen.

Wenn wir kurz das Gesagte zusammenfassen, so finden wir, daß die drei Jahre, die seit dem letzten Kongresse verstrichen sind, die Bestätigung für jene Schlußfolgerungen gebracht haben, die in dem kurzen und damals vorgelegten Berichte zum Ausdruck gebracht wurden: die Spezialstahl-Industrie wendet sich immer mehr und mehr den Perlitstählen zu und unter diesen nehmen wiederum die Nickel-Chrom-Stähle einen immer hervorragenderen Platz ein.

Man kann nicht sagen, daß seit dem Brüsseler Kongresse neue Stahltypen geschaffen worden sind. Aber gewisse, schon damals gekannte, jedoch wenig verbreitete Typen haben eine große kommerzielle Bedeutung gewonnen; hieher gehören die einfachen und mit anderen Elementen kombinierten Vanadium-Stähle, die vor allem in Amerika Verbreitung gefunden haben, ferner die Nickel-Stähle — mit und ohne Chromzusatz — die an der Grenze des martensitischen Gefüges stehen und für Lufthärtung geeignet sind.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

I3

WÄRMEBEHANDLUNG VON FEDERSTAHL.

Von **Lawford H. Fry**, Paris.

(Aus dem Englischen übersetzt.)

Das Nachfolgende ist ein Bericht über eine Reihe von Versuchen, die 1907 in den Baldwin Locomotive Works durchgeführt wurden, um die Wirkung gewisser Arten der Wärmebehandlung auf die Biegungs-Elastizitätsgrenze und auf den Elastizitätsmodul des in Amerika für Lokomotiv-Tragfedern gewöhnlich verwendeten Stahls zu bestimmen.

Die Untersuchung erstreckte sich auf folgende Punkte:

1. Wirkung des Ausglühens,

2. Vergleichung der durch das Ablöschen in Wasser und der durch das Ablöschen in Öl erzielten Wirkung,

3. Wirkung der Wiedererwärmung des Stahls bis zu verschiedenen Temperaturen nach vollständiger Abkühlung in Wasser oder in Öl.

Der bei diesen Versuchen verwendete Stahl war basischer Martin Federstahl der Carnegie Steel Company und hatte folgende chemische Zusammensetzung:

Kohlenstoff	1·01 %
Mangan	0·38 %
Phosphor	0·032%
Schwefel	0·032%
Silizium	0·13 %

Die verwendeten Probestücke, die ihrer ganzen Länge nach von gleichem Kreisquerschnitt waren, hatten einen Durchmesser von 25·4 mm (1" engl.) und eine Länge von 355 mm (14"). Es wurden 10 Versuchsstücke von ein und derselben Stahlstange

Digitized by Google

abgeschnitten, mit den Nummern 11 bis 20 gestempelt und in der in Tafel I dargestellten Weise behandelt; diese Tafel zeigt auch die Wirkung der Behandlung auf die Qualität des Stahls in physikalischer Beziehung.

Vorgang bei Erwärmung und Abkühlung der Versuchsstücke.

Bei den Versuchen wurde die Temperatur, bei welcher das Ablöschen der Versuchsstücke vorgenommen wurde, nicht abgeändert, da die Erfahrung gezeigt hat, daß es für eine gegebene Stahlsorte, eine gegebene Größe des Arbeitsstückes und bei Einhaltung eines bestimmten Ablöschverfahrens auch eine ganz bestimmte Temperatur gibt, bei welcher der Stahl abgelöscht werden muß, wenn man die besten Resultate erzielen will. Stahl kann dadurch gehärtet werden, daß man ihn bis zu irgend welcher Temperatur erhitzt und dann ablöscht, mag diese Temperatur nun gleich sein seinem „kritischen Punkt“ oder höher als dieser liegen; je höher aber die Temperatur ist, bei welcher er abgelöscht wird, umso grobkörniger und spröder wird der Stahl. Deshalb wäre es wünschenswert, den Stahl möglichst nahe dem kritischen Punkt abzulöschen, in der Praxis hat es sich jedoch als notwendig ergeben, oberhalb der theoretischen Härtungstemperatur einen gewissen Spielraum zu lassen. Dieser Spielraum oberhalb des kritischen Punktes ist abhängig von Größe und Form des Arbeitsstückes und der Methode des Ablöschens. Diese für einen bestimmten Fall geeignete Ablöschtemperatur sollte, wenn sie einmal ermittelt ist, auch stets eingehalten werden, da eine allfällige Änderung des schließlichen Härtungsgrades ja durch Abänderung der Temperatur, bei welcher das Anlassen vorgenommen wird, oder der Wärmeleitungsfähigkeit des Ablöschbades bewirkt werden kann.

Mit Hilfe eines Magnets wurde der „kritische Punkt“ oder Rekaleszenzpunkt des zu den Versuchen verwendeten Stahls mit 738° C. (1360° F.) ermittelt. Die bereits früher mit diesem Stahl gemachten Erfahrungen hatten gezeigt, daß für bloßes Ausglühen der Stahl noch um 22 bis 28 Celsius-Grade (40 bis 50 Fahrenheit-Grade) über die kritische Temperatur hinaus erhitzt werden soll, für das Härten um 28 bis 56 Celsius-Grade (50 bis 100 Fahrenheit-Grade), wobei dann für die genauere Angabe der einzuhaltenden Temperatur noch die Größe des Arbeitsstückes und der Grad der Wirksamkeit des Kühlbades bestimmend sind.

Digitized by Google

Für die vorliegende Untersuchung wurden auf Grund früherer Erfahrungen die nachangeführten Temperaturen als die angemessensten festgestellt:

für das Ausglühen . . . . 760° C. (1400° F.),
für das Ablöschen in Öl . . 788° C. (1450° F.),
für das Ablöschen in Wasser 774° C. (1425° F.).

Alle Operationen wurden bei diesen Temperaturen ausgeführt, und so waren die Temperaturhöhen, bei welchen das Anlassen vorgenommen wurde, und die Art des Ablöschens die einzigen Veränderlichen bei dieser Wärmebehandlung des Stahls

Die Probestücke wurden in einem eigens konstruierten Bleibad erhitzt, dessen Einrichtung die Kontrolle der vorhandenen Temperatur ermöglichte und die Erhaltung einer gleichbleibenden Temperatur sicherte. Das Blei befand sich in einem gußeisernen Gefäß, das in einen kreisrunden, mit Ziegeln ausgekleideten Ofen gestellt war. Sechs gleichmäßig verteilte Brenner führten einen Gasstrom tangential zu den Ziegelwänden zu, so daß die Flamme rund um das Bleibad, ohne Bildung einer Stichflamme, spielte. Die Temperatur des Bleibades wurde mit Hilfe eines elektrischen Pyrometers, System Bristol, registriert.

Zum Zwecke des Ausglühens wurden die Probestücke in das Blei getaucht, das Bad bis auf 760° C. (1400° F.) erhitzt und die Temperatur auf dieser Höhe durch zwei Stunden erhalten; dann wurde es, zugedeckt, mit dem Ofen der natürlichen Abkühlung überlassen.

Zum Zwecke des Härtens wurden die Probestücke auf die oben angegebene Temperatur gebracht und dann abgelöscht: 1. In Öl von einer Temperatur von 27° C. (80° F.). Das verwendete Öl entsprach den Bedingnissen der Baldwin Locomotive Works für Öl, das zu Härtungsbädern verwendet werden soll: Entflammungspunkt von 315° C. (600° F.) oder darüber, spezifisches Gewicht nicht weniger als 25° B. bei 16° C. (60° F.). Oder 2. In reinem fließenden Wasser von 16° C. (60° F.). Die Probestücke wurden während der Dauer des Ablöschens in Bewegung erhalten, bis sie bis auf die Temperatur des Bades abgekühlt waren.

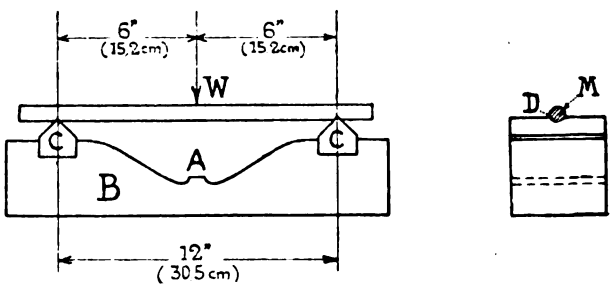
Um die Versuchsstücke bis auf 315° C. (600° F.) anzulassen, wurden sie in ein durch Gas erhitztes Ölbad gebracht, dessen Temperatur mit Hilfe eines Quecksilberthermometers aufgezeichnet wurde; um das Anlassen auf höhere Temperaturen als 315° C.

Digitized by Google

(600° F.) zu bewirken, wurden die Probestücke in das Bleibad gebracht, dessen Temperatur durch das Bristol-Pyrometer aufgezeichnet wurde. Nachdem das Anlassen bis zur gewünschten Temperatur erfolgt war, wurden die Probestücke aus dem Bade herausgenommen und der natürlichen Abkühlung in freier Luft überlassen.

Versuchseinrichtung.

Sämtliche Versuchsstücke wurden durch Belastung quer zur Längsrichtung geprüft. Sie wurden auf zwei um 305 mm (12") von einander abstehende Auflagblöcke gelagert und in der Mitte belastet. Die Anordnung des aus geschmiedetem Stahl hergestellten Unterbaues B und der aus Werkzeug-Stahl angefertigten Auflagblöcke C ist aus der nachstehenden Skizze zu ersehen.



Versuchsstück samt Auflagern.

Die untere Fläche des den Unterbau bildenden Stückes war sorgfältig behobelt und abgerichtet, auch waren die zur Auflagerung der Versuchsstücke bestimmten Stützen C sorgfältig in den Unterbau eingepaßt, so daß unter Belastung weder ein Spiel noch eine Deformation auftreten konnte. An ihrer höchsten Stelle, bei D, waren diese Auflagblöcke, entsprechend der Form der Probestücke, so ausgerundet, daß hiedurch eine gute Lagerung gewährleistet war; aber da gefunden wurde, daß auch so noch die Auflagblöcke in die Probestäbe 0·025 bis 0·05 mm (ein oder zwei Tausendstel eines englischen Zolls) tief einschneiden würden, so wurden, um nach Möglichkeit einen aus dieser Ursache sich ergebenden Fehler bei der Messung der Durchbiegungen auszuschließen, die Versuchsstücke noch vor Beginn des Versuches einer wiederholten Belastung unterzogen, durch welche sie bis zu etwa zwei Dritteilen der Elastizitätsgrenze beansprucht wurden. Diese Belastung und Wiederentlastung wurde so oft wiederholt, bis das Versuchsstück schließlich

Digitized by Google

Tafel I. **Wärmebehandlung von Federstahl.**

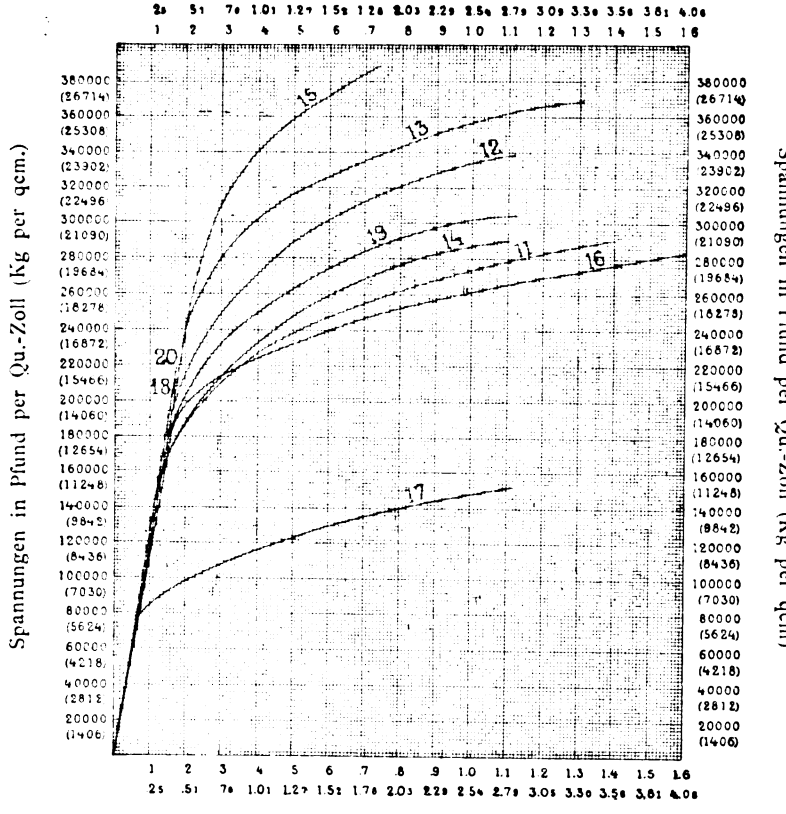
Versuchsresultate.

Nummer des Versuches	Art der Wärmebehandlung	Elastizitätsgrenze kg/cm²	Elastizitätsmodul kg/cm²	Durchmesser d. Probestabes mm	Trägheitsmoment cm⁴	Durchbiegung bei Eintritt des Bruches mm
17	Ausgeglüht in Blei von 760° C. (1400° F.)	5.519	1,936.765	25·17	1·970	Bruch trat nicht ein
11	Gehärtet in Öl bei 788° C. (1450° F.), angelassen bis 293° C. (560° F.)	9.666	2,017.610	25·40	2·043	„
14	„ „ „ „ 788° C. (1450° F.), „ „ 260° C. (500° F.)	11.267	1,908.645	25·40	2·043	„
19	„ „ „ „ 788° C. (1450° F.), „ „ 204° C. (400° F.)	12.485	2,044.324	25·17	1·970	„
12	„ „ „ „ 788° C. (1450° F.), nicht angelassen	13.174	2,011.283	25·22	1·986	„
16	„ „Wasser „ 774° C. (1425° F.), angelassen bei 565° C. (1050° F.)	12.703	1 973.321	25·32	2·019	„
13	„ „ „ „ 774° C. (1425° F.), „ „ 482° C. (900° F.)	16.443	2,028.858	25·35	2·027	„
15	„ „ „ „ 774° C. (1425° F.), „ „ 399° C. (750° F.)	16.928	2,054.166	25·25	1·994	18·90
20	„ „ „ „ 774° C. (1425° F.), „ „ 315° C. (600° F.)	15.452	2,138.526	25·17	1·970	4·45
18	„ „ „ „ 774° C. (1425° F.), nicht angelassen	14.904	2,108.188	25·17	1·970	4·45

Die Probestäbe 17. 11. 14. 19, 12, 16, 13 hielten eine Durchbiegung von 27,94 mm (1·1″), in der Stabmitte gemessen, aus, ohne zu brechen.

Die Probestäbe waren an allen Stellen von gleichem Kreisquerschnitt, auf Stützen, deren Abstand = 305 mm (12″), gelagert, in der Mitte belastet. Chemische Zusammensetzung des verwendeten Stahles: Kohlenstoff 1·01, Phosphor 0·032, Mangan 0·38, Schwefel 0·032, Silizium 0·13.

Digitized by Google



auf den Stützen aufsaß, ohne daß es jedoch hiebei bereits eine bleibende Durchbiegung erfahren hätte. Sobald dieses Aufsitzen erzielt war, wurde mit dem eigentlichen Versuch begonnen, wobei der Höhenabstand sowie die Durchbiegungen der Stäbe in deren Mitte mittels eines Mikrometers gemessen wurden, das mit einem Ende in eine kleine, bei A angedeutete Körnervertiefung im Unterbau der Vorrichtung aufgesetzt wurde; dieses Instrument gestattete Ablesungen bis zu 0·00025 mm (0·00001″). Die Durchbiegungen wurden stufenweise, und zwar jedesmal um 0.0127 mm (0.0005″), vergrößert und die einer jeden Zunahme der Durchbiegung entsprechende Belastung bestimmt. Sobald ein Versuch begonnen worden war, wurden die Probestücke nicht eher entlastet, als bis

Digitized by Google

der Versuch beendet war, da sich dies als die genaueste Untersuchungsmethode erwiesen hatte; aus diesem Grunde fehlt oberhalb der Elastizitätsgrenze die Angabe der bleibenden Durchbiegungen.

Versuchsergebnisse.

Die erlangten Resultate sind in Tafel I sowie im Diagramm der Durchbiegungen und Spannungen (Figur 1) dargestellt. Die Elastizitätsgrenze ist jener Punkt, wo das Verhältnis von Durchbiegung zu Beanspruchung aufhört, merkbar konstant zu sein, und die Durchbiegurg anfängt, in schnellerem Maße zuzunehmen als die Beanspruchung.

Die Spannungen, die Elastizitätsgrenze und der Elastizitätsmodul wurden nach den für die Berechnung eines einfachen, an beiden Enden unterstützten und in der Mitte belasteten Trägers geltenden Formeln wie folgt ermittelt:

$$S = \frac{W\,l\,c}{4\,I} \ldots (1) \qquad f = \frac{W\,l^3}{48\,E\,I} \ldots (2) \qquad E = \frac{W\,l^3}{48\,f\,I} \ldots (3)$$

und, durch Verbindung von (2) und (3),

$$f = \frac{S\,l^2}{12\,E\,c} \text{ und } E = \frac{S\,l^2}{12\,f\,c},$$

worin bezeichnen:

S die größte Biegungs-Spannung in kg/cm²,
W die in der Mitte angebrachte Belastung in kg,
l die Spannweite = 305 mm (12"),
I das Trägheitsmoment $= \frac{\pi d^4}{64}$ für einen kreisförmigen Querschnitt,
f die Durchbiegung in der Mitte in cm,
E den Elastizitätsmodul,
c die Entfernung der äußersten Fasern von der neutralen Achse $= \frac{d}{2}$,
d den Durchmesser der Probestücke in cm.

Erörterung der Versuchsergebnisse.

Ausglühen Der zu den Versuchen verwendete Stahl hatte, wenn er in der oben beschriebenen Weise völlig ausgeglüht war, eine Elastizitätsgrenze von 5519 kg/cm² (78.500 Pfund engl./Qu.-Zoll). Diese ist, wie weiter unten gezeigt wird, etwa halb so groß wie

Digitized by Google

diejenige Elastizitätsgrenze, die im allgemeinen mit dem gleichen Stahl erreicht wird, wenn man ihn dem sonst speziell bei Federn üblichen Anlaßverfahren unterzieht und etwa zu einem Dritteil der Elastizitätsgrenze des gleichen Stahls, wenn er in Wasser abgelöscht und sodann auf 399° C. (750° F.) angelassen wird.

Ölhärtung. Die höchste Elastizitätsgrenze, die mit dem verwendeten Stahl, wenn derselbe bei 788° C. (1450° F.) in Öl abgelöscht wurde, erreicht werden konnte, war 13.174 kg/cm² (187.400 Pf./Qu.-Z.) und ergab sich dann, wenn nach dem Ablöschen kein Anlassen vorgenommen wurde. Je höher die Anlaßtemperatur war, umso tiefer sank die Elastizitätsgrenze.

Anlassen bis auf 204° C. (400° F.) gab 12.485 kg (177.600 Pf.)
„ „ „ 260° C. (500° F.) „ 11.276 „ (160.400 „)
„ „ „ 293° C. (560° F.) „ 9.666 „ (137.500 „)

auf den cm² (Qu.-Z.). Wie aus dem Diagramm zu ersehen, hielten alle mit Öl behandelten Versuchsstücke eine Durchbiegung von 27·94 mm (1,1") aus, ohne zu brechen. Das in den Werkstätten für Anlassen von Federn übliche Verfahren wäre: Ablöschen des Stückes bei einer Temperatur von etwa 788° C. (1450° F.) in Öl und Anlassen bis zu 204° oder 302° C. (400 bis 575° F.). Es zeigt sich, daß dieser Vorgang eine Elastizitätsgrenze zwischen rund 9139 und 12.303 kg/cm² (130.000 bis 175.000 Pf./Qu.-Z.), im Durchschnitt demnach etwa 10.545 kg/cm² (150.000 Pf./Qu.-Z.) ergeben würde.

Wasserhärtung. Wenn der Stahl bei 774° C. (1425° F.) in Wasser abgelöscht wurde, ohne daß dem Ablöschen noch ein Anlassen nachgefolgt wäre, so war der Stahl spröde und brach bei einem Bruchmodul von 14.904 kg/cm² (212.000 Pf./Qu.-Z.), wobei Elastizitätsgrenze und Bruchmodul zusammenfallen; die Durchbiegung, bei welcher der Bruch eintrat, betrug 4,34 mm (0,171").

(Der Ausdruck „Bruchmodul" hat eine konventionelle Bedeutung. Er bezeichnet in Kilogrammen per Quadratzentimeter die sich ergebende größte Zug- oder Druckspannung eines quer zur Längsrichtung belasteten Stückes im Augenblicke des Bruches; die Spannung wird nach der gewöhnlichen Trägertheorie mit ihren drei wesentlichen Annahmen berechnet, von denen bekannt ist, daß sie oberhalb der Elastizitätsgrenze nicht mehr genau zutreffen.)

Digitized by Google

Durch das Anlassen bis zu 260° C. (500° F.) erhielt man eine Elastizitätsgrenze von 15.452 kg/cm² (219.800 Pf./Qu.-Z.), wobei die Elastizitätsgrenze noch immer gleich dem Bruchmodul, oder mit anderen Worten: wobei das Verhältnis von Spannung zu Dehnung bis zum Eintritt des Bruches konstant war. Beim Bruch war die Durchbiegung 4·45 mm (0·175"). Durch das Anlassen bis zu 399° C. (750° F.) erreichte man die höchste Elastizitätsgrenze: 16.928 kg/cm² (240.800 Pf./Qu.-Z.), und in diesem Falle lag der Bruchmodul höher als die Elastizitätsgrenze, er betrug nämlich 27.347 kg/cm² (389 000 Pf./Qu.-Z.). Die Durchbiegung beim Eintritt des Bruches war 18·9 mm (0·744"). Ging man bis zu einer Anlaßtemperatur von 482° C. (900° F.), so sank die Elastizitätsgrenze um ein geringes herab, sie betrug dann 16.443 kg/cm² (233.900 Pf./Qu.-Z.), und das Versuchsstück kam bei einer Durchbiegung von 27,94 mm (1·1") noch nicht zum Bruche. Wurde das Anlassen bis zu 565° C. (1050° F.) getrieben, so fiel die Elastizitätsgrenze auf 12.703 kg/cm² (180.700 Pf./Qu.-Z.) und das Probestück hielt eine Durchbiegung von 27·94 mm (1·1") aus, ohne zu brechen.

Der Elastizitätsmodul.

Die Versuchsergebnisse zeigen, daß der Elastizitätsmodul, praktisch genommen, konstant und offenbar unabhängig von der Art des angewendeten Wärmebehandlungsverfahrens ist. Der Elastizitätsmodul läßt sich nur schwer mit aller Schärfe bestimmen, und zwar wegen der Genauigkeit, die für die Messung der sich nur um sehr kleine Beträge ändernden Durchbiegungen und Belastungen erforderlich ist. Dabei ist zu bemerken, daß irgend ein Fehler bei den Messungen leicht zu einem kleineren als dem tatsächlichen Wert des Moduls führen kann. Der Elastizitätsmodul ist das Verhältnis von Spannung zu Dehnung; im vorliegenden Falle ändert sich der Elastizitätsmodul = E mit dem Verhältnis: $\frac{\text{Spannung}}{\text{Durchbiegung}}$. Nun neigen alle Messungen der Durchbiegungen dazu, zu große Werte zu geben, so daß demgemäß die für E ermittelten Werte als zu klein anzusehen sind; dies aus dem Grunde, weil die Auflageblöcke sowohl wie das Unterlagstück durch die auf die Probestücke einwirkenden Belastungen um ein gewisses Maß zusammengedrückt werden und weil die Auflageblöcke, wenn sie nicht vollkommen eingepaßt sind, eine gewisse

Digitized by Google

Eindrückung erfahren, die ebenso wie die erwähnte Zusammendrückung mit der wirklichen Durchbiegung der Probestücke mitgemessen wird; um diese Werte erscheinen die wahren Durchbiegungen vergrößert. Auch ist es, je weicher die Probestücke sind, umso schwieriger zu verhindern, daß unter der Einwirkung der Belastungen sich die Auflager in die Probestücke eindrücken. Die für den Elastizitätsmodul erhaltenen Werte schwanken zwischen 1,908.645 und 2,138.526 kg/cm² (27,150.000 bis 30,420.000 Pf. per Qu.-Z.). Man kann wohl annehmen, daß die höheren Werte mit größerer Wahrscheinlichkeit richtig sind, sonach den Elastizitätsmodul des Stahls auf rund 2,000.000 bis 2,100.000 kg/cm² (29,000.000 bis 30,000.000 Pf./Qu.-Z.) schätzen; allem Anschein nach wird er durch die Wärmebehandlung des Stahls nicht beeinflußt.

Schlußfolgerungen.

Stahl von 1% Kohlenstoff-Gehalt ist, wenn er oberhalb seines „kritischen Punktes" in kaltem Wasser abgelöscht wird, gewöhnlich zu hart und zu spröde, als daß man ihn zur Anfertigung von Federn oder Werkzeug verwenden könnte. Die Theorie des Härtens sagt uns, daß es zwei Wege gibt, diese Härte und diese Sprödigkeit des Stahls zu mildern, und zwar: 1. Rückverwandlung eines Teils des in Form von „Härtungs-Kohle" durch das Ablöschen gebundenen Kohlenstoffs in „Temper-Kohle" durch Wiedererhitzung auf eine Temperatur von mehr als 204° C. (400° F.). Je höher man mit dieser Wiedererhitzung oder dem „Anlassen" geht, umso weicher wird der Stahl. 2. Anwendung eines Ablöschbades von geringerer Wärmeleitungsfähigkeit. Je langsamer der Stahl von seiner Temperatur oberhalb des „kritischen Punktes" bis auf etwa 204° C. (400° F) abgekühlt wird, umso mehr Kohlenstoff kann sich in „Temper-Kohle" umwandeln und umso weniger hart wird der Stahl. Durch das zweite Verfahren kann Stahl von verschiedenen Härtegraden erhalten werden, ohne daß man nach dem Härten des Stahls ihn erst anlassen müßte. Diese beiden Methoden, die Härte des Stahls während des Härtungsprozesses zu regeln, können auch in Verbindung miteinander angewendet werden.

Diese Punkte sind in den Versuchen erläutert. Je höher man mit dem Anlassen nach dem Härten geht, umsomehr sinkt die Elastizitätsgrenze; eine niedrigere Elastizitätsgrenze erhält man auch bei denjenigen Probestücken, die man in dem Bad von geringerer

Digitized by Google

Wärmeleitungsfähigkeit ablöscht, nämlich in Öl. Die Versuche zeigen, daß die Elastizitätsgrenze eines Stahls von 1% Kohlenstoff-Gehalt durch Änderungen in der Wärmebehandlung des Stahls zwischen **5519** und **16928** kg/cm². (78.500 und 240.800 Pf./Qu.-Z.) beliebig geändert werden kann, und daß sehr kleine Veränderungen des Arbeitsvorganges beim Anlassen schon genügen, um die Elastizitätsgrenze des Stahls zu beeinflussen. Dies beweist von neuen, daß die Wärmebehandlung des Stahls ein empfindlicher und Sorgfalt erheischender Arbeitsprozeß ist, und daß man zur Erzielung guter und gleichmäßiger Resultate über Hilfsmittel verfügen muß, die in den Stand setzen, den Stahl gleichmäßig bis zur geeigneten Temperatur zu erhitzen und ihn in dem gewünschten Maß in einem Kühlmittel, dessen Temperatur und Wärmeleitungsfähigkeit ziemlich konstant erhalten werden kann, abzukühlen.

Die oben beschriebenen Versuche wurden von Herrn Francois de St. Phalle ausgeführt.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

I4

„SCHLACKEN-EINSCHLÜSSE" IN STAHL (FLUSSEISEN).

Von **Walter Rosenhain,** Teddington.

(Übersetzung aus dem Englischen).

Mit diesem Bericht soll die Aufmerksamkeit auf die Bedeutung weiterer und eingehenderer Untersuchungen jenes Einflusses gelenkt werden, welchen zahlreiche nicht-metallische Einschlüsse in Stahl — die unter dem Ausdruck „Schlackeneinschlüsse" zusammengefaßt werden können — auf dessen Festigkeit und Sicherheit ausüben. Diese Einschlüsse sind bis zu einem gewissen Grade von einer Reihe von Metallurgen, wie H. Le Chatelier[1]), J. O. Arnold[2]), T. Andrews[3]), J. E. Stead[4]), Captain Howarth[5]), H. Fay[6]), E. F. Law[7]) und dem Verfasser dieses[8]) untersucht worden und einige von ihnen haben darauf hingewiesen, daß Brüche flußeiserner Konstruktionsteile wiederholt auf solche fremdartige Beimengungen zurückzuführen waren. Während einige Forscher diese Einschlüsse für die Praxis als bedeutungslos erachten, hat

[1]) H. L. Chatelier: "Sulphide of Iron, its Properties and its Condition in Iron." Bulletin de la Société d'Encouragement. September 1902.

[2]) Arnold aud Waterhouse: "The Influence of Sulphur and Manganese on Steel", Journ. Iron and Steel Institute, 1903, I.

[3]) Andrews: Engineering, July 10, 1906, und zahlreiche andere Schriften.

[4]) Stead J. E.: "Iron and Steel Magazine", vol. IX, Nr. 2, p. 105, Feb. 1905.

[5]) Howarth: "Greenish Coloured Markings in the Fractured Surfaces of Test Pieces", Journ Iron and Steel Institute, 1905, II.

[6]) Fay: Amer. Soc. for Testing Materials. Proceedings, vol. III, 1908.

[7]) Law: "Non-Metallic Impurities in Steel", Journ. Iron and Steel Inst, 1907, II.

[8]) Rosenhain: "Deformation and Fracture in Iron and Steel", Journ. Iron and Steel Inst., 1906, II.

Digitized by Google

der Verfasser wiederholt seiner Meinung über ihren gefährlichen Charakter Ausdruck gegeben[9]), und neuere Erfahrungen an ausgesprochenen Fällen solcher auf Schlackeneinschlüsse zurückzuführenden Mängel haben ihn veranlaßt, den Gegenstand vor den Internationalen Verband zu bringen.

Die Auffindung von Schlackeneinschlüssen im Stahl ist verhältnismäßig leicht. Das direkteste Verfahren besteht in der Prüfung der Mikrostruktur eines Querschnittes. Bei gewalztem oder geschmiedetem Material ist es aber fast unerläßlich, daß der untersuchte Schnitt ein Längsschnitt sei, das heißt: parallel zur Richtung

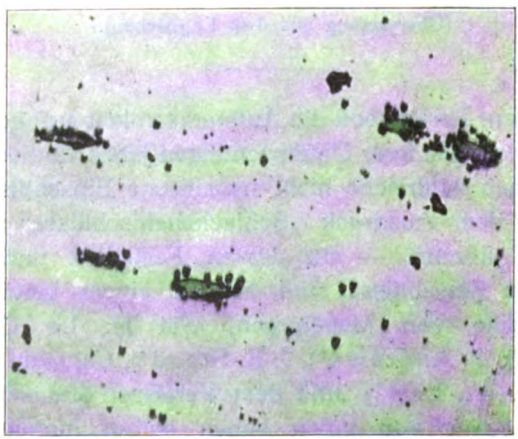


Fig. 1.
Schlackeneinschlüsse im ungeätzten Schnitt eines Kanonenstahls. 100fache lineare Vergrößerung.

der Hauptdimension, wie etwa in der Walzrichtung eines Stabes oder einer Schiene entnommen wird, da im Querschnitt die Einschlüsse als winzig kleine schwarze Flecke erscheinen, welche der Beobachtung leicht entgehen.

Das mikroskopische Bild einiger typischer Formen von Schlackeneinschlüssen zeigen Fig. 1—6, die alle von Stücken entnommen sind, die infolge einer übermäßigen Zahl von Einschlüssen im Betrieb gebrochen sind. Die Schnitte in Fig. 1 und

[9]) Institute of Automobile Engineers, Feb. 13, 1907: "The Strength and Structure of Alloys."

Digitized by Google

2 zeigen solche Einschlüsse in einem Kanonenstahl[10]), in poliertem, aber nicht geätztem Querschnitt. Es sind wenigstens zwei Typen von Einschlüssen in diesem Schnitte zu erkennen. Der eine ist das „taubengraue" Mangansulfid, wie es von Arnold, Stead u. a. beschrieben wurde, der andere aber ist nicht so leicht festzustellen. Er zeigt sich in der Gestalt zahlreicher schwarzer, allgemein sehr kleiner Flecke, die sehr weit verstreut sind. In vielen Fällen ist es außer Zweifel, daß diese Flecke einfach Höhlungen sind, aus welchen das brüchige Material beim Polieren herausgerissen wurde. In anderen Fällen ist die dunkle Substanz selbst noch vorhanden.

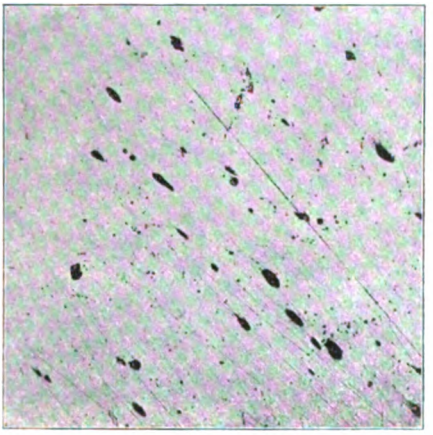


Fig. 2.

Schlackeneinschlüsse in Kanonenstahl. 100fache lineare Vergrößerung. Das Probestück war nicht geätzt.

Diese kann das von Stead erkannte Mangansilikat sein. Aber es ist auch möglich, das sie entweder aus Eisenoxyden oder aus Eisensilikaten besteht. Es ist interessant, daß in diesem besonderen Falle die Einschlüsse nicht in den Ferritpartien ausgeschieden sind, sondern ziemlich gleichmäßig, sowohl im Ferrit wie im Perlit verteilt sind.

[10]) Dieser Kanonenstahl ist vom Verfasser bereits in einem Bericht "The Study of Breakages" in der "Brit. Assoc. for the Advancement of Science", Dublin, 1908, ausführlich beschrieben. Abgedruckt in „Engineering", 4. Sept. 1908.

Digitized by Google

Fig. 3 bis 6 zeigt das Auftreten von Schlackeneinschlüssen in Querschnitten einer im Betriebe gebrochenen Schiene. In diesem Falle sind sie sehr groß und sehr zahlreich. Fig. 3 zeigt Einschlüsse von Mangansulfid, mit einer großen Menge schwarzer Flecke und Höhlungen, die einer zweiten Gruppe von Verunreinigungen entsprechen. Fig. 4 zeigt einen großen Einschluß, der hauptsächlich aus Mangansulfid besteht, während Fig. 5 dieselbe Querschnittspartie zeigt, nachdem sie mit Pikrinsäure geätzt wurde. Dieses Bild zeigt deutlich, wie der Schlackeneinschluß in der Mitte eines verhältnismäßig breiten Streifens liegt, der frei von Perlit ist

Fig. 3.

Schlackeneinschlüsse im Längsschnitt des Steges einer im Betriebe gebrochenen Schiene. Das Probestück ist nicht geätzt. 100fache lineare Vergrößerung.

(zuweilen als „Geist“ [ghost] bezeichnet). Fig. 6 zeigt ein anderes Beispiel eines Schlackeneinschlusses derselben Schiene. Festigkeitsproben zeigten, daß das Material, in jenen Richtungen besonders unverläßlich war, die durch die Lage und die Form der Einschlüsse als die Richtungen besonders geringer Widerstandsfähigkeit gekennzeichnet waren.

Die Beobachtung, daß die Einschlüsse von Mangansulfid gewöhnlich mit anderen Schlackeneinschlüssen enge vereint sind, wobei die beiden in einem einzigen Klumpen oder Kügelchen zusammen auftreten, läßt sich zu einem weiteren Prüfungsmittel

Digitized by Google

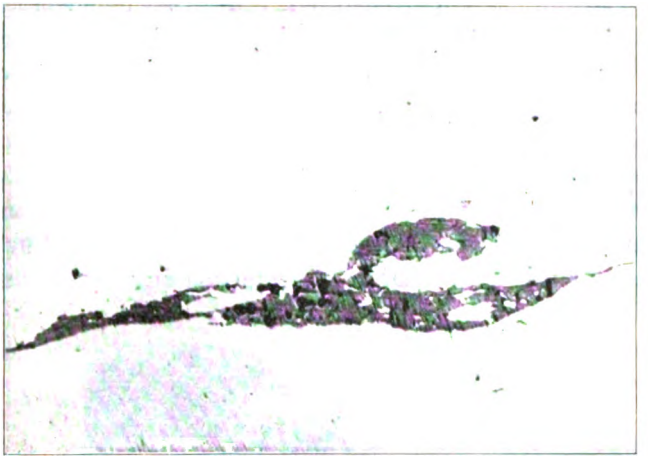


Fig. 4.

Große Schlackeneinschlüsse (hauptsächlich Mangansulfid) in dem Längsschnitt einer Stahlschiene. Probestück nicht geätzt. 100fache lineare Vergrößerung.

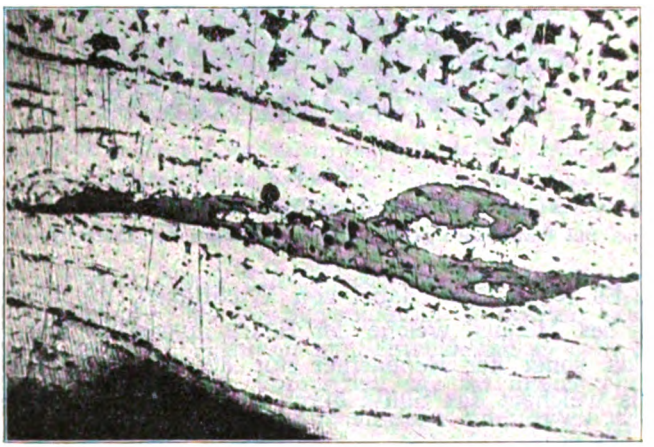


Fig. 5.

Derselbe Einschluß wie in Fig. 4 nach dem Ätzen mit Pikrinsäure. Die wirklichen Umrisse des Einschlusses wurden durch Entfernung des Ferrits, das darübergelagert war, bloßgelegt. Es ist auch die Lage des Einschlusses in einem kohlenstoffreien Streifen oder „Geist" ersichtlich.

Digitized by Google

verwerten. Die Verteilung des Mangansulfids kann rasch durch den sogenannten „Schwefeldruck“ festgestellt werden. Das geeigneteste Verfahren hiefür ist das von Baumann angegebene, der ein photographisches Bromsilberpapier auf den Stahl aufbringt, nachdem das Papier mit verdünnter Schwefelsäure angefeuchtet wurde.[11])

Der so erhaltene Abdruck ist je nach der Verteilung des Sulfids in Stahl verschieden dunkel und es können daher jene Querschnittspartien, welche dem dunkelsten Teil des Abdruckes entsprechen, für die mikroskopische Untersuchung herausgeschnitten

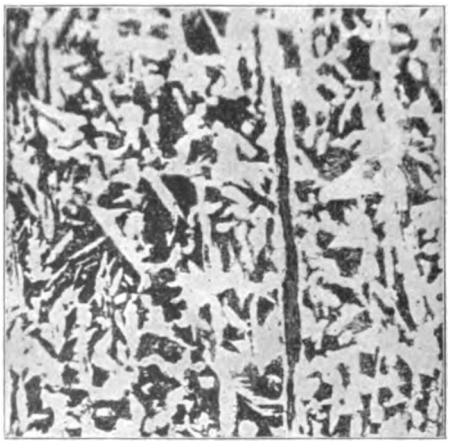


Fig. 6.

Gestreckte und doppelte Schlackeneinschlüsse in einer Stahlschiene. Probestück mit Pikrinsäure geätzt. 100fache lineare Vergrößerung.

werden. Es ist indessen dabei von Wichtigkeit, die Oberflächenschichte des Metalls, welche der Säure ausgesetzt war, zu entfernen, da sonst der Beobachter nur die leeren Höhlen finden wird, aus welchem das Sulfid durch das Lösungsmittel ausgelaugt worden ist.

---

[11]) Obgleich dieses hier Baumann zugeschriebene Verfahren vielleicht das geeigneteste ist, glaubt der Verfasser, daß Heyn in Berlin einer der ersten war, der Schwefeldrücke herstellte, in dem er dünne, mit Quecksilberchloridlösung und Salzsäure angefeuchtete Seidenläppchen und ähnliche Mittel zur Erzeugung von Schwefeldrücken verwendete, lange bevor Baumann die Verwendung des photographischen Papieres anregte.

Digitized by Google

Wenn auch die Arbeiten der eingangs genannten Forscher bereits viel Licht auf die Natur dieser eingeschlossenen Verunreinigungen geworfen haben, so scheint hier doch noch manche Frage über ihre wahre Natur und ihre Entstehungsweise offen zu sein. So wird das Doppelauftreten einiger Schlackeneinschlüsse im Stahl gewöhnlich auf die Ansicht zurückgeführt, daß diese Doppellagerung aus Mangansulfid besteht, der in Mangansilikat eingebettet ist. Aber der Verfasser hat Beispiele von Doppeleinschlüssen beobachtet, in welchem keiner der Bestandteile in Säure leicht löslich war.

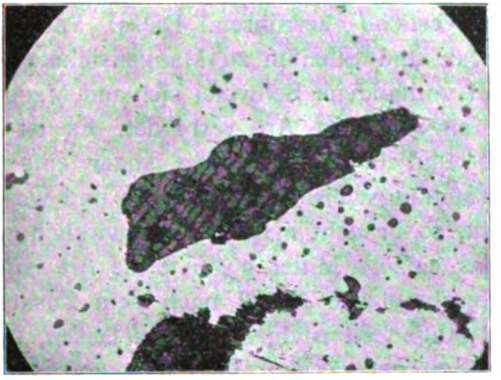


Fig. 7.

Schlackeneinschluß in einem Schweißeisen von Staffordshire; der lichte Bestandteil zeigt eine deutlich ausgesprochene baumartige Struktur. Es ist kein Mangan in diesem Probestück. 133fache lineare Vergrößerung.

Der Vergleich dieser Einschlüsse mit den „Schlacken"- oder „Sinter"-einschlüssen, die bei Schweißeisen so typisch sind, zeigt manches Interessante. Während im Schweißeisen kein in Betracht kommender Mangangehalt vorhanden ist, ist immer eine große Menge von nichtmetallischen Einschlüssen vorhanden und diese zeigen zuweilen ein deutlich erkennbares Doppelgefüge. Ein Beispiel dieser Art, das einem Eisen von Staffordshire entnommen ist, zeigt Figur 7. Obwohl hier Eisensulfid vorhanden sein mag, ist es in diesem Falle wahrscheinlich, daß die Einschlüsse aus zwei verschiedenen Eisensilikaten — oder vielleicht Eisenoxyden — bestehen. Ein weiteres Studium dieser Verunreinigungen erscheint

Digitized by Google

umsomehr geboten, als sich aus den obgenannten Arbeiten ergibt, daß unsere heutige Kenntnis der Natur dieser Verunreinigungen hauptsächlich auf der chemischen Analyse der Rückstände beruht, die nach der Ausscheidung des Metalles aus der Lösung erhalten werden; die Unverläßlichkeit der auf diesem Wege gewonnenen Resultate ist aber genügend bekannt.

Obwohl eine gründliche Kenntnis der Natur dieser Körper der Erforschung ihrer Erstehungsweise unbedingt vorausgehen muß, so ist doch manche Betrachtung hierüber auch schon bei dem heute verfügbaren Wissen gerechtfertigt. So vermutet Stead, daß diese Einschlüsse beim Stahl von der Einführung von Sauerstoff in den Stahl während des Schmelzprozesses oder während des Abstiche herrühren. Dieser Sauerstoff verbindet sich mit Mangan und Silizium zu Mangansilikaten, während der im Stahl schon vorhandene Schwefel sich mit Mangan, in der von Arnold u. a. angegebenen Art verbindet. Es ist dies natürlich eine mögliche und in vielen Fällen sogar eine höchst wahrscheinliche Entstehungsweise dieser Körper und was den Mangansschwefel betrifft, so braucht man ja auch wirklich gar nicht weiter zu suchen. Das einzige Mittel gegen diese Art von Einschlüssen ist das, das geschmolzene Metall nach dem Zusatz von Mangan eine genügend lange Zeit ruhig stehen zu lassen, um dem Sulfid die Möglichkeit zu geben, zur Oberfläche aufzusteigen, und dies bedarf wahrscheinlich, trotz der großen Verschiedenheit der Dichten, viel mehr Zeit, als man auf den ersten Blick vermuten würde. Der völlige Abschluß des Stahls gegen Sauerstoff während des Abstiche ist nach Stead augenscheinlich das Hilfsmittel gegen die Bildung von Silikaten, ein Mittel, das allerdings in der Praxis schwer anwendbar scheint. Der Verfasser möchte aber betonen, daß Stahl der Verunreinigung mit siliziumhältigen Körpern auch noch von anderer Seite her unterworfen ist. Eine derselben ist im Flammofen oder im Konverter die eventuell unvollständige Trennung des Metalles von der Schlacke. Das heftige Kochen des Stahls muß notwendigerweise viel zum Mischen der Schlacke mit Metall beitragen, und auch hier ist die für die vollständige Trennung erforderliche Zeit wahrscheinlich länger, als man vermuten würde, besonders was die kleinen Teilchen oder Tropfen der Schlacke betrifft. Ferner läuft der Stahl auf seinem Wege vom Flammofen in die Kokillen wiederholt Gefahr, mit kieseliger Substanz in

Digitized by Google

Berührung zu kommen. Das Stichloch des Flammofens bietet eine solche Gelegenheit, ebenso die Rinne, längs welcher der Stahl in die Gießpfanne fließt, und diese selbst mit ihrem Pfropfen, all dies sind Gelegenheiten, daß nichtmetallische Verunreinigungen in das Metall eindringen, während schließlich bei steigendem Guß, wenn die Kokillen von unten gefüllt werden, der Stahl mit den Zuleitungsstücken aus feuerfestem Material in Berührung kommt. Bei all diesen Gelegenheiten kann und wird der geschmolzene Stahl jedes abtrennbare Teilchen aufnehmen, und da er in rascher Bewegung ist, bleibt für die leichteren Teilchen wenig Zeit, sich auszuscheiden, bevor das Metall in der Kokille zu Ruhe kommt, wo es wahrscheinlich zu erstarren beginnt, bevor die kleinen Teilchen imstande waren, sich aus der Masse zu befreien. Nach diesen Überlegungen kann die Häufigkeit, in welcher nichtmetallische Einschlüsse in gewöhnlichem Stahl gefunden werden, nicht mehr überraschen und es ist wahrscheinlich, daß, wenn einige dieser Gefahrmomente für die Verunreinigung eingeschränkt würden, auch die Zahl der Schlackeneinschlüsse wesentlich verringert werden würde. Aus diesem Grunde erscheint das weitere und eingehende Studium der Natur und der Entstehungsweise der Einschlüsse höchst wünschenswert.

Während einige der vorgenannten Forscher sich der bedenklichen Folgen, welche aus dem Vorhandensein dieser Verunreinigungen im Stahl entstehen können und tatsächlich enstehen, klar bewußt sind, halten andere diese Einschlüsse mehr oder weniger für normal und unschädlich, ebensowie den Zinder oder die Schlacke im Schweißeisen. Diesem Gesichtspunkt gegenüber sei betont, daß zwischen dem Verhalten der „Schlacke“ im Schweißeisen und im Stahl ein wesentlicher Unterschied besteht. Im ersten Material (im Schweißeisen) ist das Metall selbst außerordentlich weich und zähe und gegen örtliche, mechanische Verletzungen viel weniger empfindlich, als der festere, aber in mancher Hinsicht empfindlichere Stahl. Allerdings haben die nichtmetallischen Verunreinigungen auch im Stahl im allgemeinen die Neigung, an Stellen oder Streifen von Ferrit auszuseigern, wie in dem in Fig. 6 ersichtlichen Falle. Aber dort, wo diese Verunreinigungen in dem härteren Perlit eingebettet sind, stehen sie mit einem Material in Berührung, das sich nicht leicht einem dem Wesen nach andersartigen Nachbarmaterial anpaßt.

Digitized by Google

Der schädliche Einfluß von Schlackeneinschlüssen im Stahl ist bis zu einem gewissen Grad der Aufmerksamkeit vielleicht deshalb entgangen, weil bei den gewöhnlichen Zerreißproben, die in der Walzrichtung entnommen werden, diese Einschlüsse nur einen sehr kleinen Teil des Querschnittes einnehmen und eine spitzzulaufende Form haben, welche eine allmählige Verteilung der im Material hervorgerufenen Spannungen ermöglicht. Indessen hat der Verfasser selbst bei solchen Proben gezeigt[1]), daß die Schlackeneinschlüsse noch vor dem Bruche des Metalles in zahlreiche Stücke auseinanderbrechen. Zieht man auch den Fall von transversalen Beanspruchungen, von Stoßwirkungen oder von Erschütterungen in Betracht, so ist ersichtlich, daß die Einschlüsse brechen werden, sobald das Metall irgend einer beträchtlichen Formänderung unterworfen wird und daß jeder dieser Einschlüsse praktisch genommen einen inneren Riß darstellt, der bereit ist, sich zu erweitern und der sich auch wirklich erweitert, u. zw. in jeder Richtung, die mit den erzeugten Spannungen vereinbar ist.

Wie bereits gesagt, sind die Photographien des Kleingefüges im ersten Teil dieses Berichtes zwei Fällen entnommen, wo der Bruch im Betriebe auf die eben angegebene Ursache zurückzuführen war, und diese zwei Fälle sind für eine Zahl anderer im Betrieb auftretender typisch. Das weitere Studium der Natur dieser Verunreinigungen und der Mittel, ihre Bildung im Stahl zu verhindern, ist daher für alle, die dieses Material verwenden, von hervorragender Bedeutung.

[1]) Siehe den obengenannten Bericht, Anm 8, S. 1.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

I5

ÜBER DIE HOMOGENITÄT DER METALLE.

Von **G. Tagueeff** (St. Petersburg).

(Übersetzung aus dem Französischen.)

Die angewandte Mechanik und die Elastizitätstheorie betrachten in gleicher Weise Stoffe als homogen und isotrop, die eine stetige Masse besitzen. Da aber die Metalle in Wirklichkeit ein zusammengesetztes Gefüge besitzen, so sind sie gewöhnlich nicht homogen und entbehren der Stetigkeit der Masse, so daß es sehr wichtig erscheint, den Einfluß dieser Inhomogenität auf das praktische Verhalten dieser Metalle einschätzen zu können. Die mikroskopischen Gefügeuntersuchungen metallischer Gegenstände, welche Zugbeanspruchungen über die Elastizitätsgrenze hinaus ausgesetzt worden sind, zeigen, daß die Inhomogenität des Gefüges oder die Einschlüsse fremder Stoffe in der homogenen Masse einen großen Einfluß auf die Verteilung der Spannungen im Querschnitt des Probestabes besitzen.

Die Homogenität ist eine relative Eigenschaft, sie ist von der Verteilung der Elemente an den verschiedenen Stellen des Metalles abhängig und zeigt sich am deutlichsten im Gefüge; es bildet daher das Studium des Gefüges die vollkommenste und beste Methode

zur Prüfung der Homogenität.

Die Widerstandsfähigkeit der Probestäbe sowie jene der Metalle im praktischen Gebrauche — wenn auch die letztere mit der ersteren keine vollständige Analogie aufweist — hängen beide von den **absoluten** Eigenschaften des Metalles (chemische Zu-

Digitized by Google

sammensetzung und Morphologie) und außerdem von einer anderen mit der Verteilung der Gefügeelemente in der Metallmasse zusammenhängenden Eigenschaft — d. i. der sogenannten Homogenität — ab.

In allen Fällen, in denen Probestäbe oder Gebrauchsstücke eine weit geringere Festigkeit als die normale aufweisen, kann man eine Erklärung in Einzelheiten des Gefüges oder in Inhomogenitätserscheinungen des betreffenden Metalles finden. Der Einfluß der letzteren ist insbesondere oberhalb der Elastizitätsgrenze während des Bruches bemerkbar.

Im Falle einer **statischen** Belastung ergibt sich: die Inhomogenität eines Metalles nimmt ihren Ursprung auf der Oberfläche, auf der Massenteilchen verschiedenen Elastizitätsgrades abgesondert werden. Die Ausdehnung dieser auf der Oberfläche befindlichen Teilchen hören von einem bestimmten Momente an auf, dem zwischen Zugkraft und Dehnung bestehenden Gesetze des kontinuierlichen Verlaufes zu entsprechen; von diesem Momente an treten bei diesen Teilchen zweierlei Dehnungserscheinungen gleichzeitig auf. Da dies unmöglich ist, wird der Bruch des Stabes herbeigeführt.

Im Falle einer **dynamischen** Beanspruchung eines inhomogenen Materiales entsprechen die durch Schlag erzeugten Schwingungen nicht einer sich fortpflanzenden Wellenbewegung, wie dies bei einer vollständig homogenen Masse der Fall ist; da Wellen ungleicher Fortpflanzungsgeschwindigkeit entstehen, so treten Interferenzerscheinungen auf, die es möglich machen, daß zwei Geschwindigkeiten verschiedener (entgegengesetzter) Richtung an einem Punkte zusammentreffen, was gleichbedeutend mit dem Bruch des Probestabes ist.

Die vorstehenden Betrachtungen über die Wichtigkeit der Homogenität eines Metalles finden in den Untersuchungen aus dem Dienst gezogenener Schienen und Achsen, gleichgültig, ob ihr Zustand gut oder schlecht war, ihre Erklärung.

Ich erlaube mir einige besonders interessante Folgerungen aus den diesbezüglichen Untersuchungen wiederzugeben:[1])

---

[1]) „L'homogénéité des rails." Supplément aux travaux de la Commission pour l'étude des rails en Russie. G. Tagueeff. 1908. St. Pétersbourg.

L'étude de la structure comme méthode d'essai. („L'homogénéité du métal".) Rapport à la Société Imp. Technique Russe à St. Pétersbourg, le 29 mai 1909.

Digitized by Google

1. Das Studium der Biegungsbeanspruchungen von Schienen, sei es durch Rechnung, sei es durch direkte Messung der Deformationen, gibt weder eine Erklärung des widersprechenden Verhaltens der Schienen im Dienste noch eine ihrer Zerstörung.

2. Die Untersuchung des Kleingefüges zeigte:

a) das Vorhandensein von Spannungen im Schienenkopfe, die außerordentlich die aus den Biegungserscheinungen berechneten Spannungen überschritten und die sich aus der Inhomogenität des Metalles erklären lassen;

b) den besonderen Einfluß der Schlagwirkung auf den Bruch im Betriebe, welcher Einfluß vom Homogenitätsgrad abhängig erscheint.

3. Die Widerstandsfähigkeit der Schienen im Betriebe hängt von der chemischen und morphologischen (Gefüge-) Zusammensetzung, sowie außerdem von einer zu der Verteilung der Metallelemente in Beziehung stehenden Eigenschaft, genannt Homogenität, ab.

4. Der Einfluß der Homogenität der Schienen ist in allen Fällen viel ausgesprochener als jener der Materialqualität.

5. Wenn man die Frage stellt, welches die beste Materialqualität (in Bezug auf chemische und Gefügezusammensetzung) für Schienen mit Rücksicht auf ihr Verhalten im Betriebe ist, so muß man sich unbedingt von dem Einfluß der Inhomogenität unabhängig machen und nur Schienen gleicher Homogenität in Betracht ziehen und solche, die sich unter ganz gleichen Betriebsverhältnissen befinden. Diese letzte Bedingung kann auch auf experimentellem Wege erreicht werden.

6. Man kann als Grundlage für die Klassifikation der Schienen im Betriebe den Grad der Homogenität annehmen. Nicht homogene Schienen zeigen sich immer entweder brüchig oder stark abgenützt oder leicht abplattbar, und zwar in jedem einzelnen Falle entsprechend den örtlichen Bedingungen der Inhomogenität, ohne daß man eine Scheidegrenze für die einzelnen Gruppen der schlechten Schienen finden kann. Gasblasen begünstigen insbesondere die Abnützung, die „Furchen" (ghost-lines, d. s. decarburierte Furchen von Ferrit, in deren Mitte fremde Stoffe eingedrungen sind) begünstigen die Brüchigkeit und die ungleichmäßige Verteilung von Ferrit und Perlit begünstigt das Deformieren des Schienenmateriales.

Digitized by Google

Der Gehalt von MnS ist absolut schädlich für die Widerstandsfähigkeit; er zeigt sich in Anhäufungen und Wülsten, die von Rissen begleitet sind.

7. Die Ursache der Inhomogenität ist eine Folge des Produktionsverfahrens vor der Walzung (des metallischen Bades, des Abgusses, der Erhitzung der Ingots) oder des Walzprozesses selbst oder der Abkühlungsbedingungen nach der Walzung. Heiße Walzung mit folgender langsamer Abkühlung bewirkt Inhomogenität des gewalzten Querschnittes und setzt die mechanischen Eigenschaften des Metalles herab. Die Inhomogenität der sehr warm gewalzten Schienen zeigt sich in der Vorherrschaft von Ferrit auf der Peripherie des Querschnittes, der sich durch Unterschiede in der Korngröße sowie durch das Sinken der Elastizitätsgrenze im zentralen Teile des Schienenkopfes kennzeichnet.

8. Der Grad der Homogenität kann durch die Veränderung einiger mechanischer Eigenschaften, z. B. der Elastizitätsgrenze, die den besten Maßstab für die richtige Bearbeitung eines Metalles bildet, gemessen werden.

9. Die Berechnung der Inhomogenitätskoeffizienten für den Querschnitt von Schienen auf Grundlage der vorgenannten Prinzipien zeigt,

a) daß die Güte von Schienen im Dienste nur unter der Bedingung der Homogenität, die einen genügenden Sicherheitsgrad bietet, möglich ist;

b) daß das Abplatten von Schienen proportional zur Inhomogenität des Querschnittes vor sich geht;

c) daß der Koeffizient der Inhomogenität von abgeplatteten Schienen 5—15 mal größer ist als bei jenen Schienen, deren Profil im Dienste erhalten geblieben ist;

d) daß die Homogenität der im Dienste sich gut bewährenden Schienen 5 mal so hoch ist als von abgeplatteten Schienen;

10. daß Gefügeuntersuchungen die Bestimmung gewisser Typen oder Erkennungszeichen für Stahlstücke ermöglichen, die sich im Gebrauche absolut schlecht verhalten; so z. B. das von Perlit durchsetzte Gefüge bei Flußeisen für Achsen und Schienen.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

II1

HÄRTEPRÜFUNG.

Offizieller Bericht erstattet von Dr. techn. **P. Ludwik**, Wien.

Wie aus den einschlägigen Referaten und Diskussionen des letzten internationalen Materialprüfungskongresses (Brüssel 1906) hervorging, fanden bis dahin von den vielen, wissenschaftlich oft überaus interessanten Härtebestimmungsverfahren — es sei hier nur z. B. an die Methoden von Hertz-Auerbach-Föppl[1]), Haußner[2]), Kick[3]), Kirsch[4]) und Martens[5]) erinnert — in die technische Praxis wohl nur die Kugeldruckproben allgemeineren Eingang.

Im folgenden glaube ich mich daher — auch schon wegen des mir hier zugewiesenen engen Raumes — auf die Be-

[1]) Siehe „Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines", 1907, Nr. 11 und 12.

[2]) Haußner zeigte, daß die Härte in gleicher Weise von der Stauchgrenze und von der Scherfestigkeit abhängt (Vergl. Anm. 2, S. 13) und definierte sie als den Hobelwiderstand pro 1 mm² für einen Schneidewinkel von 90° („Österr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen", 1892, Nr. 32 und 33).

[3]) Kick mißt bekanntlich die Härte durch die Scherfestigkeit, möglichst allseitige dichte Umschließung des Probestückes vorausgesetzt („Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines", 1890, S. 1).

[4]) Kirsch bestimmt die Härte aus der spezifischen Belastung (in kg/mm²), welche nötig ist, einen zylindrischen Stahlstempel von 5 mm Durchmesser um $^1/_{100}$ mm tief, bleibend in das Material einzudrücken. Die Messung der Eindrucktiefe erfolgt hiebei mittelst Spiegelablesung („Mitteilungen des k. k. Technologischen Gewerbemuseums in Wien", 1891, S. 108).

[5]) Martens wählt als Härtemaßstab (für die Ritzhärte) die Belastung (in g) einer kegelförmigen, zirka 90° Diamantspitze, die eine Strichbreite von $^1/_{100}$ mm erzeugt („Sitzungsberichte des Vereines zur Beförderung des Gewerbefleißes," 1889, S. 197 und „Mitteilungen aus den königl. techn. Versuchsanstalten zu Berlin", 1890, S. 215).

Digitized by Google

sprechung dieser, sowie der damals noch nicht bekannten Härteproben: der verwandten Kegeldruckproben, beschränken zu können.

A. Kugeldruckproben.

Sie dienen zur Härtebestimmung deformierbarer Materialien, insbesonders von Eisen und Stahl.

Bei der ursprünglichen, sogenannten „Brinellschen Kugeldruckprobe“ [1]) wird bekanntlich eine gehärtete Stahlkugel unter ruhigem Drucke in das zu prüfende Material eingepreßt, der Durchmesser des Eindruckes (zumeist mittelst eines Spezialmikroskopes) bestimmt und hieraus die Oberfläche der gebildeten Kalotte berechnet. Den aus Druck (in kg) und Eindruckoberfläche (in mm^2) gebildeten Quotienten bezeichnet dann Brinell als „Härtezahl“.

Nach Untersuchungen von Ast[2]), Benedicks[3]), Breuil[4]), Brinell[5]), Le Chatelier[6]), Dillner[7]), Leon[8]), Malmström[9]), E. Meyer[10]), Rejtö[11]) u. a. erwies sich diese Härtezahl beeinflußt von der Größe des Kugeldurchmessers und der Belastung, indem bei gleicher Belastung kleinere Kugeln und bei gleichen Kugeln höhere Belastungen größere „Härtezahlen“ lieferten.

In Fig. 1 und Fig. 2 ist (bei Verwendung von 10 mm-Kugeln) die Abhängigkeit der „Härtezahl“ vom Druckkreis-

---

[1]) Vergl.: P. Ludwik „Über Härtebestimmung mittelst der Brinellschen Kugeldruckprobe und verwandter Eindruckverfahren“, „Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines“, 1907, Nr. 11 und 12 (Nr. 12, S. 205 ausführliche Literaturhinweise).

[2]) Brüsseler internationaler Materialprüfungskongreß 1906, Bericht zur Aufgabe 2, S. 18.

[3]) „Recherches physiques et physico-chimiques sur l'acier au carbone.“ Upsala 1904.

[4]) „Essais de divers métaux par la methode de Brinell.“ Congrès de Bruxelles 1906, Rapport non officiel.

[5]) „Baumaterialienkunde“, 1900 u. a. O.

[6]) „Revue de Métallurgie“, 1906, Nr. 2.

[7]) Brüsseler internationaler Materialprüfungskongreß 1906, Bericht zu Aufgabe 27.

[8]) „Stahl und Eisen“, 1907, Nr. 50, S. 1820.

[9]) „Dinglers polytechn. Journal“, 1907, Heft 3, S. 34.

[10]) „Zeitschrift d. Vereines deutscher Ingenieure“, 1908, Nr. 17, 19, 21 und 52 (Nachtrag). (Desgl. „Physikal. Zeitschrift“, 1908, Nr. 2.)

[11]) „Baumaterialienkunde“, 1907, Nr. 17/20.

Digitized by Google

durchmesser bezw. von der Größe der Belastung veranschaulicht. Fig. 1 (als Abszissen sind die Druckkreisdurchmesser d, als Ordinaten die zugehörigen Härtezahlen aufgetragen) gilt für geglühten Werkzeugstahl[1]), die strichlierten Kurven in Fig 2 (als Abszissen die Belastungen bis 5000 kg, als Ordinaten wieder die Härtezahlen aufgetragen) gelten für Flußeisen- bezw. Flußstahlsorten mit von 0·08% bis 1·13% zunehmendem Kohlenstoffgehalte.

Da eine derartige Abhängigkeit der Härtezahlen von der Belastungsgröße nicht nur die absoluten Werte dieser Zahlen, sondern auch die Härtefolgen beeinflussen kann, so

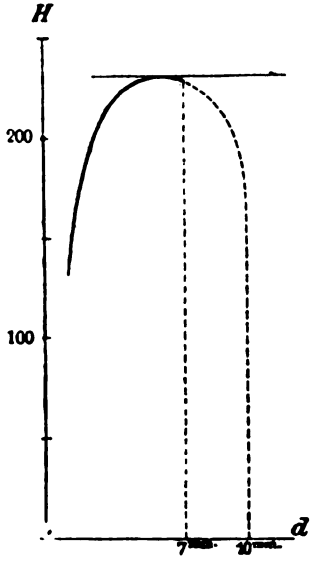


Fig. 1.

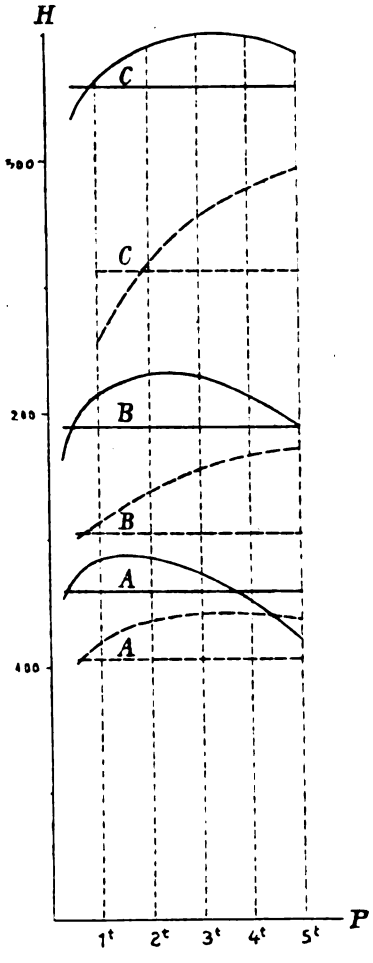


Fig. 2.

schlug Brinell vor, die Kugelbelastung (bei 10 mm-Kugeln) für Eisen und Stahl mit 3000 kg, für weichere Metalle und Legierungen mit 500 kg zu fixieren.

[1]) Siehe Anmerkung 1, S. 2.

Digitized by Google

Gleiche Kugelbelastungen ergeben aber natürlich bei verschieden harten Materialien verschiedenartige Eindrücke (flachere bei härteren und mehr halbkugelförmige bei weicheren Materialien) und somit auch verschiedenartige Kaltbearbeitungen (Fließvorgänge) des Materiales, welche eigentlich unmittelbar gar nicht mit einander vergleichbar sind.

Dieser grundsätzliche Nachteil der Brinellschen Methode macht sich insbesonders bei vergleichenden Härteuntersuchungen sehr ungleich harter Materialien oft unangenehm fühlbar, wogegen er dort, wo nur geringere Härteunterschiede zu prüfen sind (so z. B. bei Homogenitätsuntersuchungen, bei fortlaufenden Kontrollversuchen in der Eisen- und Stahlfabrikation etc.) praktisch ganz zurücktreten kann.

In jüngster Zeit hat E. Meyer[1]) vorgeschlagen, die Härtezahl nicht auf die Einheit der sphärischen Eindruckfläche, sondern auf jene der Druckkreisfläche zu beziehen, da nur einer derartigen Härtezahl eine „physikalische Bedeutung" zukäme.

Für praktische Härteuntersuchungen hat dieses Verfahren jedoch den Nachteil, daß es einerseits den auch von E. Meyer[2]) betonten eben erwähnten Mangel der Kugeldruckproben noch schärfer hervortreten läßt[3]) und daß es anderseits eine häufig

---

[1]) Siehe Anmerkung 10, S. 2.

[2]) Die Versuche von E. Meyer („Z. d. V. d. I.", 1908, Nr. 17, 19, 21 und 52) ergaben, daß sich die Belastungen P als Funktion des Druckkreisdurchmessers d, analog wie bei dem Föpplschen Zylinderdruckverfahren, recht gut innerhalb weiter Grenzen durch die Funktion $P = ad^n$ ausdrücken läßt, wobei a proportional der Härte und n bei den untersuchten Stoffen zwischen 1·91 und 2·38 schwankte (bei der Kegeldruckprobe ist stets $n = 2$). Auch nach E. Meyer können daher „die Härteeigenschaften eines Stoffes hinsichtlich der Kugelprobe durch eine einzige Zahl nicht ausgedrückt werden, und die Angabe einer einzigen Härtezahl für eine bestimmte Belastung, auch wenn die letztere allgemein vereinbart wurde, ist nur ein Notbehelf für die Praxis, mit dem man sich freilich in vielen Fällen wohl begnügen kann. Will man aber das Verhalten eines Stoffes bei der Kugeldruckprobe ausreichend kennen lernen, so müssen immer durch etwa 5 Versuche bei verschiedenen Belastungen die Konstanten a und n bestimmt werden."

[3]) Bei Zunahme des Eindruckdurchmessers von 1 bis 8 mm würde die auf die Druckkreisfläche bezogene Härtezahl z. B. bei grauem Gußeisen um ca. 130% wachsen. (Vergl. „Z. d. V. d. I.", 1908, S. 646/51.)

Um die Veränderlichkeit der Härtezahl mit der Eindruckgröße möglichst zu kompensieren, hat ja eben Brinell die Kugeldruckhärten auf die Eindruckfläche und nicht (wie dies bei der Durchmessermessung doch am nächsten gelegen wäre) auf die Druckkreisfläche bezogen.

Digitized by Google

recht zweckmäßige Art der Kugelproben: Kugeldruckproben mit Tiefenmessung ausschließt.

Die Brinellsche Methode scheint mir nämlich für viele Fälle der Praxis[1]) dadurch zu verbessern, daß man nicht wie Brinell Eindruckwinkel ω unter 90^0, sondern etwas über 90^0 benützt (Vergl. Fig. 3) und hiebei die (sphärische) Eindruckfläche f nicht erst nachträglich aus dem Druckkreisdurchmesser d, sondern (exkl. Randwulst) gleich bei der Eindringung aus der bleibenden Eindrucktiefe t (Vergl. Fig. 3) nach $f = \pi D t$ (wobei D der Kugeldurchmesser) bestimmt. Hiedurch ist neben annähernd gleicher Eindruckgröße auch ein rascheres und wegen der schärferen Eindrücke doch ebenso genaues Arbeiten möglich. Ein sehr einfacher (sowohl für Kugel- wie Kegeldruckproben geeigneter) Tiefenmesser, welcher gestattet, Eindrucktiefen bis zu 5 mm auf $^1/_{100}$ mm genau rasch und bequem zu bestimmen, wird im nächsten Kapitel besprochen werden. Bei

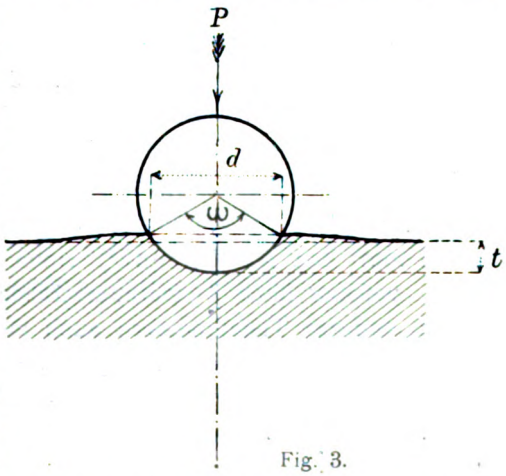


Fig. 3.

[1]) Bei nicht zu harten Materialien, da schärfere (weniger flache) Eindrücke sonst einen zu starken Kugelverschleiß bedingen würden, flache Eindrücke hingegen eventuelle Fehler der Tiefenmessung viel mehr hervortreten lassen. Aus letzterem Grunde sind Kugeldruckproben mit Tiefenmessung im allgemeinen (außer bei Benützung des Martensschen weiter unten besprochenen Apparates) natürlich auch bei schmalen oder dünnen Probestücken sowie dort, wo es sich vor allem um Ermittlung der Oberflächenhärte handelt, oder das Stück möglichst wenig verletzt werden soll, nicht empfehlenswert.

Der Einwand, daß schärfere Eindrücke darum ungünstiger seien, wie flache, weil bei Benützung jener nicht die Härte des „ursprünglichen", sondern die des bereits durch Kaltbearbeitung erheblich veränderten Materiales gemessen wird, scheint mir nicht stichhältig. Im Gegenteil möchte ich dies in vielen Fällen als einen Vorteil der schärferen (insbesonders der kegelförmigen) Eindrücke ansehen, da die hiebei stattfindenden Fließvorgänge mehr jenen beim Ritzen sowie bei der Bearbeitung durch Werkzeuge ähneln. Auch sind aus sehr flachen Eindrücken abgeleitete Härtezahlen wegen der Abhängigkeit der Oberflächenhärte von zufälligen äußeren Einflüssen, für die Beurteilung der technologischen Qualität des Materiales weniger verläßlich und leichter willkürlich zu beeinflussen.

Digitized by Google

dessen Benützung für Eisen- und Stahluntersuchungen empfiehlt es sich, etwa $^1/_4$" engl.-Kugeln anzuwenden, um nicht mit zu flachen Eindrücken oder zu großen Belastungen und Probestücken arbeiten zu müssen.

Hervorgehoben sei auch noch, daß Durchmesser — und Tiefenmessung — einerseits wegen des Randwulstes, anderseits wegen der verschiedenartigen Eindrücke (erstere Messungsart verlangt schwächere, letztere wenigstens im allgemeinen stärkere Eindrücke, vergl. Anm. 1, S. 5) oft wesentlich verschiedene Härtezahlen, unter Umständen sogar ungleiche Härtefolgen ergeben. Dies zeigen drastisch die Abweichungen der strichlierten Kurven von den gleichbezeichneten voll ausgezogenen in Fig. 2. Erstere Kurven wurden bereits besprochen, letztere (die voll ausgezogenen) entsprechen an gleichen Materialien bei gleichen Belastungen aber aus der Eindrucktiefe (statt aus dem Druckkreisdurchmesser) und mit $^1/_4$"- (statt 10 mm-) Kugeln bestimmten Härtezahlen.

Zur möglichst genauen Messung sehr geringer Eindrucktiefen (bis 0·6 mm) hat A. Martens[1]) einen Kugeldruckapparat konstruiert, welcher noch Tiefenunterschiede von $^1/_{1000}$ mm erkennen läßt, mit anderen Tiefenmessern auch nicht annähernd erreichbare Genauigkeiten. Mit diesem Apparate von A. Martens und E. Heyn[2]) durchgeführte Versuche ergaben, daß bei Verwendung von 5 mm ψ-Kugeln das Verhältnis zwischen Belastung und Eindringungstiefe bis zu Tiefen von etwa $^5/_{100}$ mm als konstant angenommen werden kann, weswegen Martens die Kugeldruckhärte durch die Belastung mißt, welche nötig ist, um eine Kugel von 5 mm ψ, $^5/_{100}$ mm tief in den zu prüfenden Stoff einzupressen. Der nötige Druck (bis 2500 kg) wird durch Druckwasser einer beliebigen Wasserleitung (an welche der Apparat ohne weiteres anzuschließen ist) erzeugt. Auf die überaus interessanten Martensschen Detailkonstruktionen näher einzugehen, ist uns hier wegen Raummangels leider nicht möglich.

Bezüglich der Härteprüfung insbesondere gehärteter Stähle muß hier vor allem auf die grundlegenden Untersuchungen von

[1]) Sitzungsberichte der kgl. Akademie der Wissenschaften 1905, S. 1035, Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbefleißes vom 5. März 1906, „Z. d. V. d. I.", 1908, S. 1719.

[2]) A. Martens und E. Heyn: „Vorrichtung zur vereinfachten Prüfung der Kugeldruckhärte und die damit erzielten Ergebnisse", „Z. d. V. d. I.", 1908. S. 1719.

Digitized by Google

Rasch und von Stribeck[1]) verwiesen werden. In der Arbeit Stribecks wird auch der Einfluß der „Anschmiegung" und der Härteunterschiede der gegeneinander gedrückten Körper (Kugel gegen Vollkugel, ebene Platte oder Hohlkugel) auf die als „Druckhärte" definierte mittlere Pressung in der Berührungsfläche eingehend behandelt.

Für Holz modifizierte G. Janka[2]) die Brinellsche Kugeldruckprobe in der Weise, daß er die Holzhärte durch den Druck maß, welcher nötig war, um eine an der Druckplatte befestigte eiserne Halbkugel (von 1 cm^2 Querschnitt) in das zu prüfende Holz vollständig einzudrücken. Das plötzlich stärkere Ansteigen des Manometers läßt den Moment erkennen, in welchem die Halbkugel vollständig eingedrückt ist.[3])

Grundsätzlich verschieden von den bisher erwähnten Kugelproben ist das Verfahren von Shore[4]), welcher die Härte durch die Rücksprunghöhe einer aus bestimmter Höhe auf die ebene Fläche des Probestückes fallenden gehärteten Stahlkugel mißt. Die Shoresche Härtezahl wird daher auch von den Elastizitätseigenschaften des zu prüfenden Stoffes beeinflußt.

B. Kegeldruckproben.

Die Kegeldruckprobe vermittelt den Übergang von den Kugeldruckproben zu den Ritzmethoden. Sie ist aus der Brinellschen Kugeldruckprobe hervorgegangen in dem Bestreben, diese Methode noch zu vereinfachen und gleichzeitig die „Härtezahl" unabhängig von der Höhe der Belastung bezw. Größe des Eindruckes zu machen.

---

[1]) E. Rasch: „Prüfung von Gußstahlkugeln", „Zeitschrift für Werkzeugmaschinen und Werkzeuge", 1899, Heft 19 u. 20.

R. Stribeck: „Prüfverfahren für gehärteten Stahl unter Berücksichtigung der Kugelform", „Z. d. V. d. I.", 1907, S. 1445, 1500 u. 1542.

[2]) G. Janka: Die Härte des Holzes, „Mitteilungen der k. k. forstlichen Versuchsanstalt in Mariabrunn", Wien 1906, Wilhelm Frick.

[3]) Nach Abschluß dieses Referates veröffentlichte G. Janka noch Versuche, welche die Beziehung zwischen Kugel- und Kegeldruckhärte, sowie zwischen den Festigkeitseigenschaften, dem spezifischen Gewichte und der Härte bei verschiedenen Hölzern klarlegen. („Über Holzhärteprüfung", „Mitteilungen der k. k. forstlichen Versuchsanstalt in Mariabrunn", Wien 1908, Wilhelm Frick.)

[4]) Vergl. u. a.: „American Machinist", 1907, 30. Nov., S. 747/51, 1908, 16. Mai, S. 675/78 u. 28. Nov., S. 709/10. 1909. 6. März. S. 222/28.

Digitized by Google

Da die Ursache dieser Abhängigkeit (wie aus dem Kickschen Gesetze der proportionalen Widerstände unmittelbar zu folgern ist) lediglich in der geometrischen Unähnlichkeit der erzeugten Eindrücke liegt, so sind von der Belastung stets unabhängige Härtewerte nur dann zu erreichen, wenn für beliebige Belastungen die Eindrücke einander geometrisch ähnlich sind, bezw. wenn man die Kugel durch einen Kegel ersetzt. Auf dieser einfachen Überlegung basiert die kürzlich angeregte „Kegeldruckprobe".[1])

Als „Kegeldruckhärte" $\left(\frac{P^{kg}}{f^{mm^2}}\right)$ eines Materiales wurde jener Druck (P) in kg pro mm² bleibende Eindruckfläche ($f = \frac{\pi d^2}{4}\sqrt{2} = 1{\cdot}11\ d^2 = 4{\cdot}44\ t^2$, *vergl. Fig.* 4.) definiert, welcher erforderlich ist, um einen rechtwinkeligen Kreiskegel ($\sphericalangle\ \alpha = 90^0$) normal in dasselbe (beliebig tief) einzudrücken. Die Bestimmung der Eindruckfläche erfolgt aus der schon während des Versuches gemessenen Eindrucktiefe, wodurch die bei der Brinellschen Methode nötige nachträgliche Messung des Eindruckes (mittelst eines Spezialmikroskopes) entfällt, daher die ganze Versuchsausführung vereinfacht wird, umsomehr, als es hier möglich ist, bei einer einzigen Eindringung gleich mehrere Kegeldruckhärten (behufs Mittelwertbildung) zu bestimmen.

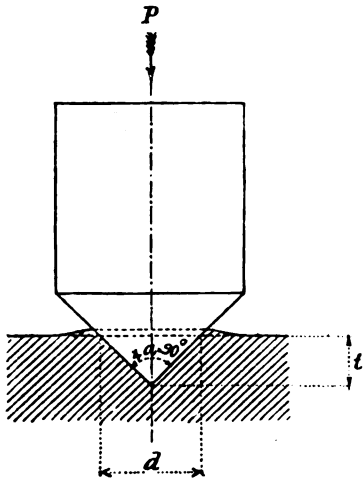


Fig. 4.

Leitet man die Härte statt aus der Eindrucktiefe aus dem Eindruckdurchmesser ab, so müssen die so erhaltenen Härtezahlen natürlich ebenfalls von der Belastung unabhängig sein[2]), wenn-

[1]) P. Ludwik: „Über Härtebestimmung mittels der Brinellschen Kugeldruckprobe und verwandter Eindruckverfahren", „Zeitschrift der österr. Ingenieur- und Architekten Vereines", 1907, Nr. 11 u. 12, und „Baumaterialienkunde", 1907, Nr. 8—10.

P. Ludwik: „Die Kegelprobe, ein neues Verfahren zur Härtebestimmung von Materialien", Berlin 1908, Julius Springer.

[2]) Dies folgt auch unmittelbar aus der bei verschiedenen Belastungen stets geometrisch ähnlichen Randwulstbildung, was E. Meyer auch experimentell bestätigt hat. Vergl. „Z. d. V. d. I.", 1908, Nr. 52, S. 2077.

Digitized by Google

gleich dieselben event. (wegen verschiedenartiger Randwulstbildung verschiedener Materialien) etwas abweichende Härtefolgen ergeben können.

In Fig. 2. sind für die bereits erwähnten Materialien die aus Eindrucktiefen abgeleiteten Kegeldruckhärten durch volle gerade Linien, die aus Eindruckdurchmessern abgeleiteten durch gleichbezeichnete strichlierte gerade Linien dargestellt.

Die Durchmessermessung dürfte jedoch im allgemeinen nur dann der rascheren Tiefenmessung (welche auch überdies selbst bei Materialien mit unscharfen Eindruckrändern noch anwendbar ist) vorzuziehen sein, wenn mit geringen Eindrücken gearbeitet werden muß, da dann bei der Tiefenmessung event. Fehler der Nullpunkteinstellung (zufolge der Spitzenabrundung, unvollständig entlasteter oder unter Stoß aufgesetzter Körner etc.) oft recht beträchtlich werden können.

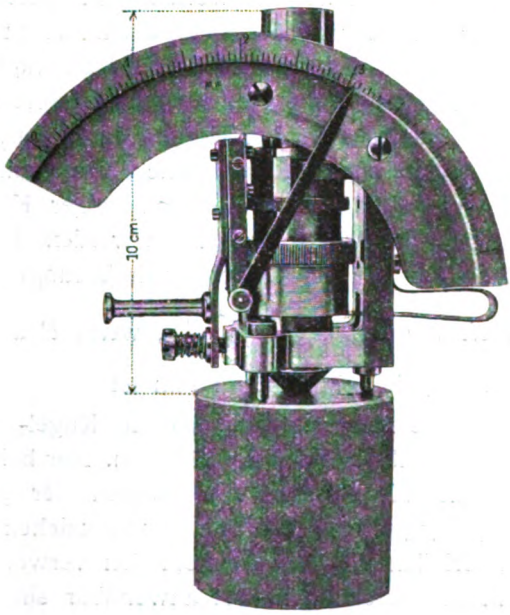


Fig. 5.

Spezialapparate für die Kegeldruckprobe, welche ohne weiteres in jede Presse (auch in die Brinellschen Kugeldruckapparate) einzustellen sind, werden nach Angaben des Berichterstatters von der Firma J. Amsler-Laffon & Sohn in Schaffhausen (Schweiz) hergestellt. Bei denselben wird (vergl. Fig. 5) ein glashart gehärteter, oben ebener, unten rechtwinkelig konisch zugeschliffener zylindrischer Stahlstempel (Körner) in einem Rotgußgehäuse drehbar vertikal geführt und durch eine seitliche Feder ausbalanciert. Die Verschiebung des Körners (gegen das Gehäuse) wird durch eine ihn federnd umschließende Gewindebüchse und ein eingreifendes Zahnrädchen auf einen Zeiger übertragen, wodurch (wie erwähnt) Tiefen

Digitized by Google

bis zu 5 mm noch auf ca. $^1/_{100}$ mm bequem abzuschätzen sind. Die genaue Einstellung des Zeigers erfolgt (bei nicht vollkommen ebener Oberfläche des Probestückes) durch Drehung des Körners an dem randrierten Bunde der Gewindebüchse. Behufs event. Nachschleifens des Kegels ist der Körner leicht auswechselbar. Die Höhe des ganzen Apparates (= Platzbedarf zwischen oberer Druckplatte und Oberfläche des Probestückes) beträgt cca. 10 cm, dessen Gewicht zirka 0·7 kg.

Bezüglich alles weiteren muss hier auf die Schrift „Die Kegelprobe“ [1]) verwiesen werden, in welcher die Versuchsanordnung, der Einfluß der Spitzenabrundung und Kegelneigung, die Beziehung der Kegeldruckhärte zur Streckgrenze bei Eisen und Stahl, die Kegelstoßprobe etc. ausführlich erörtert wird.

Ersetzt man den Körner durch einen zylindrischen Stempel, an dessen unterem Ende eine Kugel (mit Klebewachs oder einer Feder) befestigt wird, so kann obiger Kegeldruckapparat auch für Kugeldruckproben angewendet werden. Die Härte H ermittelt sich dann aus der (nach erfolgter Entlastung) am Apparate abgelesenen Tiefe t^{mm} aus $H = \frac{P}{\pi D t}$, wenn P die Belastung in kg und D der Kugeldurchmesser in mm ist.

Die Anwendungsgebiete der Kugel- und der Kegeldruckproben sind im allgemeinen die gleichen. Nur bei besonders harten Stoffen ist die Kugeldruckprobe (wegen der größeren Haltbarkeit der Kugel gegenüber der Spitze) vorzuziehen, wogegen bei spröderen Materialien die den Ritzmethoden verwandteren Kegeldruckproben mitunter auch noch dort anwendbar sind, wo Kugeldruckproben versagen.

C. Über die Beziehung der Kugel- und Kegeldruckhärte zu den Festigkeitseigenschaften der Metalle.

Von hohem praktischen Interesse ist die Frage, ob die Kugel- und Kegeldruckhärte eines Materiales einen Rückschluß auf dessen Festigkeitseigenschaften (insbes. auf dessen Streckgrenze und „Zugfestigkeit“) zulässt, da ein, wenn auch nur teilweiser Ersatz, der durch die umständliche Zurichtung der Probestäbe so teueren Zug-

[1]) P. Ludwik: „Die Kegelprobe, ein neues Verfahren zur Härtebestimmung von Materialien“, Berlin 1908, Julius Springer.

Digitized by Google

proben durch die meist am Stücke direkt durchführbaren, daher viel billigeren Härteproben insbes. bei Massenübernahmen von Stahl und Eisen ungemein vorteilhaft wäre.

Da jedoch der hier zur Verfügung stehende Raum nicht gestattet, auf diese sehr weitgreifenden Probleme näher einzugehen, sei von praktischen Ergebnissen einschlägiger Untersuchungen[1]) nur angeführt, daß eine einheitliche Beziehung zwischen Streckgrenze bezw. „Zugfestigkeit" und Härte (Kugel- wie Kegeldruckhärte) nicht bestehen kann, da diese Beziehung auch von der Form des Eindruckes und des Zugdiagrammes[2]), die Beziehung zwischen „Zugfestigkeit" und Härte bei sich nicht einschnürenden Materialien außerdem noch von der Kohäsion[3]) abhängig ist.

Dies schließt jedoch durchaus nicht die Möglichkeit aus, innerhalb mehr gleichartiger Materialgruppen mit für praktische Zwecke häufig genügender Annäherung die Streckgrenze bezw. die Zug-

[1]) Vergleichende Zug- und Kugeldruckproben wurden von Ast, Breuil, Brinell, Charpy, Dillner (Kongreßschriften, Brüssel 1906), von Kürth („Z. d. V. d. I.", 1908, Nr. 39 u. 40), von H. Le Chatelier (Revue de Métallurgie, 1906, Nr. 2), von Leon (Stahl und Eisen, 1907, Nr. 50) u. a. ausgeführt.

Über die Beziehung der Härte zum Zug-, Druck- und Torsionsdiagramm, vergl.: P. Ludwik „Über Grundlagen der technologischen Mechanik", „Österr. Wochenschrift f. d. öffentl. Baudienst", 1908, Heft 42, S. 762.

[2]) Schon z. B. ein Knick an der Streckgrenze (Inflexion) ändert erstere Beziehung. Vergl.: A. Leon „Über die Beziehung der Kegeldruckhärte zur Streckgrenze bei Eisen und Stahl", „Stahl und Eisen", 1907, Nr. 50.

Natürlich wird das Verhältnis der Härte zur Streckgrenze u. zw. insbesonders bei flachen Eindrücken, weniger von der Form des Zugdiagrammes abhängig sein wie das Verhältnis der Härte zur Zugfestigkeit. Vergl. Anmerkung 2, S. 12.

Diese Abhängigkeit erklärt auch, daß A. Kürth gelegentlich der Härteuntersuchung gestreckter Kupferstäbe bei flacheren Kugeleindrücken und größeren Stabdehnungen (also gleichartigerem Verlaufe der „Fließkurve") eine befriedigendere Übereinstimmuug zwischen der Änderung der Härte und der Streckgrenze mit zunehmender Streckung erhielt, als bei tieferen Eindrücken und geringeren Dehnungen. (Vergl. „Z. d. V. d. I.", 1908, Nr. 39.)

Da bei fortschreitender Kaltbearbeitung eines Materiales das Verhältnis der hiebei wachsenden Streckgrenze zu der Zugfestigkeit sich ändert, so muß selbstverständlich auch das Verhältnis der Härte zur Zugfestigkeit von der vorangegangenen Kaltbearbeitung wesentlich abhängig sein. (Vergl. auch: „Z. d. V. d. I.", 1908, Nr. 40.)

[3]) Bei sich nicht einschnürenden Materialien wird die Zugfestigkeit wesentlich von der Kohäsion beeinflußt, wogegen bei sich einschnürenden die Kohäsion erst überwunden wird, wenn die maximale Belastung schon erreicht ist, beide Größen demnach von einander unabhängig sind.

Digitized by Google

festigkeit aus der Härte mittelst eines (nur für diese Materialgruppe gültigen) Erfahrungskoeffizienten zu bestimmen.[1])

Übrigens muß hier darauf hingewiesen werden, daß bei sich einschnürenden Materialien (vergl. Anmerk. 3, S. 11) — also bei den meisten Metallen — der „Zugfestigkeit" durchaus nicht jene Bedeutung für die Beurteilung der Materialqualität zukommt, welche ihr heute, insbesonders im Eisenhüttenwesen, beigelegt wird. Die „Zugfestigkeit" gibt bei solchen Materialien oft auch nicht annähernd die wirkliche maximale spezif. Zugfestigkeit des Materiales (diese liegt z. B. bei weichen Eisensorten fast doppelt so hoch), sondern lediglich einen, überdies von der Art der Zunahme des Deformationswiderstandes mit der Dehnung (Form der „Fließkurve") auch noch wesentlich beeinflußten mittleren spezifischen Schubwiderstand — analog wie die Eindruck- und die Ritzhärte.[2])

Bei sich einschnürenden Materialien wären daher Zugproben, welche lediglich zur Bestimmung der „Zugfestigkeit" dienen, in vielen Fällen durch die weit einfacheren und billigeren Kugel- bezw. Kegeldruckproben zu ersetzen.

---

[1]) So bei Eisenbahnschienen. Beispielsweise fordern die preußischen Staatsbahnen bei Verwendung von 19 mm-Kugeln und 50.000 kg Belastung bei Schienen mit einer Mindestzugfestigkeit von 60 kg/mm², Eindrucktiefen von 3·5 mm bis 5·5 mm und bei Schienen mit einer Mindestfestigkeit von 70 kg/mm², Eindruckstiefen 3—5 mm. Zerreiß- und Kugeldruckproben sind in gleicher Zahl durchzuführen. („Zentralblatt der Bauverwaltung", 1908, Nr. 77, S. 520.)

[2]) Jede bleibende Formänderung beruht auf einer dauernden relativen Verschiebung der Massenteilchen. Dieser Verschiebung entgegen wirkt die, als spezifischer Schubwiderstand aufzufassende „innere Reibung". Je höher deren Anfangswert liegt, umso härter ist das „ursprüngliche Material". Je stärker dieselbe mit der spezifischen Schiebung zunimmt, je steiler also die „Fließkurve" verläuft, eine umso intensivere kalte Härtung erfährt das Material mit wachsender Deformation und einen umso bedeutenderen Deformationswiderstand setzt es seiner weiteren Kaltbearbeitung entgegen. (Vergl. P. Ludwik: „Über Grundlagen der technologischen Mechanik", „Österr. Wochenschrift f. d. öffentl. Baudienst", 1908, Heft 42, S. 763.)

Obige Auffassung des Härteproblemes dürfte auch recht gut die grundsätzlichen Unterschiede verschiedener Arten der Härteprüfung bildsamer Materialien beleuchten.

So z. B. wird durch die Elastizitäts- und Streckgrenze (Methode Kirsch) der bei minimalen, durch die Scherfestigkeit (Methode Kick) der bei maximalen spezifischen Schiebungen erreichte spezifische Schubwiderstand, im ersteren Falle

Digitized by Google

also die minimale, bezw. die „ursprüngliche", im zweiten Falle (wenigstens theoretisch, bei reiner Abscherung) die maximale Härte des Materiales vergleichend gemessen.

Bei den Eindruckverfahren wiederum kommt stets ein mittlerer spezifischer Schubwiderstand zum Ausdrucke, da hier (je nach der Eindruckform) örtlich verschieden große spezifische Schiebungen erreicht werden. Die hiedurch wachgerufenen spezifischen Schubwiderstände (inneren Reibungen) werden sonach umsoweniger von einander abweichen, je flacher der erzeugte Eindruck und die „Fließkurve" des Materiales ist. Umsoweniger wird daher auch die „Eindruckhärte" von der „ursprünglichen Härte" abweichen. (Vergl. P. Ludwik „Über Zähigkeit und Schmeidigkeit", „Zeitschrift f. Werkzeugmaschinen und Werkzeuge", 1908, Heft 23, S. 329.)

Der Umstand, daß die Streckgrenze bei einseitiger, die „Eindruckhärte" aber bei allseitiger Beanspruchung des Stoffes zum Ausdrucke kommt, scheint mir bei bildsamen Materialien für die vorliegende Frage von mehr untergeordneter Bedeutung, da innerhalb der hier in Betracht kommenden Spannungsunterschiede, die innere Reibung von der Normalspannung meist relativ nur wenig beeinflußt zu sein scheint. Daß sich insbesondere spröde Materialien unter allseitigem Drucke oft scheinbar grundsätzlich anders verhalten, als beim gewöhnlichen Zug- und Druckversuche, wie dies Kick in so schöner Weise gezeigt hat, dürfte vor allem darauf zurückzuführen sein, daß dort keine Kohäsionsüberschreitung durch Zugbeanspruchungen möglich ist. (Vergl. B. Kirsch „Über den Flüssigkeitsgrad fester Körper", „Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines", 1896, Nr. 11.)

Bei den Ritzverfahren endlich ist (bei bildsamen Materialien) die Beziehung zwischen Ritzhärte und mittlerem spezifischen Schubwiderstande durch die bahnbrechenden Arbeiten Haußners über das Hobeln von Metallen klargelegt worden, indem Haußner zeigte, daß die Ritzhärte ganz gleichmäßig von der Stauchgrenze und der Scherfestigkeit abhängt (Vergl. A. Haußner „Hobeln und Härte", „Österr. Zeitschrift für Berg- u. Hüttenwesen", 1892, S. 379 u. 397.)

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

II 2

VORRICHTUNG ZUR VEREINFACHTEN PRÜFUNG DER KUGELDRUCKHÄRTE UND DIE DAMIT ERZIELTEN ERGEBNISSE.*)

Von Prof Dr. Ing. **A. Martens** und Prof. **E. Heyn**, Gr.-Lichterfelde.

(Mitteilung aus dem Königl. Materialprüfungsamt Groß-Lichterfelde bei Berlin.)

Bei der Bestimmung der Kugeldruckhärte nach Brinell wird eine Stahlkugel von bestimmtem Durchmesser D unter bestimmtem Druck P in den zu prüfenden Stoff eingepreßt. Der Durchmesser d des Eindruckes wird unter dem Mikroskop oder mittels besonderer Meßvorrichtungen gemessen. Darauf wird die Eindrucktiefe h nach der Formel

$$h = \frac{D}{2} - \sqrt{\frac{D^2}{4} - \frac{d^2}{4}}$$

berechnet und schließlich als Härtezahl H das Verhältnis zwischen Druck P und Oberfläche der Kugelkalotte $\pi D h$ angegeben, so daß

$$H = \frac{P}{\pi D h} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1).$$

Die Berechnung von h aus dem beobachteten Eindruckdurchmesser d nach der Formel $h = \frac{D}{2} - \sqrt{\frac{D^2}{4} - \frac{d^2}{4}}$ gründet sich auf die Voraussetzung, daß der Krümmungshalbmesser R der Eindruckkalotte gleich ist dem Halbmesser $\frac{D}{2}$ der unbelasteten

*) Kurzer Auszug aus der in den Mitteilungen über Forschungsarbeiten des Vereines deutscher Ingenieure erschienenen vollständigen Veröffentlichung.

Digitized by Google

Kugel. Diese Voraussetzung trifft aber nicht zu; vielmehr ist infolge der elastischen Abplattung der Kugel im allgemeinen R größer als $\frac{D}{2}$.

Es folgt daraus, daß der berechnete Wert der Kalottenoberfläche mit der wirklichen Oberfläche der Eindruckskalotte gar nichts zu tun hat, und daß der nach Formel (1) berechnete Wert, der dem Druck auf die Flächeneinheit dieser berechneten Kalotte entspricht, keine physikalische Bedeutung haben kann.

Es liegt somit nahe, die umständliche Berechnung von h aus dem gemessenen Werte d zu umgehen und die Eindrucktiefe h unmittelbar zu messen. Mit Rücksicht hierauf ist der vorliegende Härteprüfer, Bauart Martens, entworfen. Die Beobachtung von h geschieht ohne Mikroskop einfach durch Ablesen der Höhe einer Quecksilbersäule in einem Haarröhrchen.

In einer kürzlich erfolgten Veröffentlichung[1]) definiert E. Meyer die Kugeldruckhärte p_m als den mittleren Druck auf die Einheit der Eindruckkreisfläche, also auf die Flächeneinheit der Projektion der Kalotte

$$p_m = \frac{P}{\frac{\pi}{4} d^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2).$$

Hierdurch ist die Umständlichkeit der Berechnung der Kalottenoberfläche umgangen. Dieses Verfahren leidet aber immer noch an der Schwierigkeit, den Durchmesser d zu messen. Mit Recht macht E. Meyer darauf aufmerksam, daß ein einzelner Wert von p_m für einen bestimmten Druck P zur Kennzeichnung der Härte nicht herausgegriffen werden darf, sondern daß die Beziehung zwischen p_m und P als eine Kurve anzugeben ist, von der jeder Punkt gleichberechtigt ist, als Härtemaßstab zu dienen. Seine Untersuchungen führten ihn zu der Beziehung

$$P = a d^n \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3),$$

worin a und n Konstanten für einen bestimmten Stoff im bestimmten anfänglichen Behandlungszustande sind.[2])

---

[1]) Untersuchungen über Härteprüfung und Härte, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 1908, S. 645.

[2]) Bereits früher ist Rasch zu einer ähnlichen Beziehung gelangt.

Digitized by Google

Die Aufzeichnung einer ganzen Kurve nach Meyers Vorgang wird mit Hilfe der Martenschen Vorrichtung entbehrlich, weil die Beziehung zwischen P und der Eindrucktiefe h zu Beginn des Eindringens der Kugel, also bei niedrigen Drücken P, sich sehr einfach, nämlich geradlinig gestaltet, so daß es tatsächlich möglich wird, nur diesen geradlinigen Teil der Kurve zur Kennzeichnung der Härte zu verwenden. Die Kugeldruckhärte wird somit für sehr kleine Werte von P bestimmt. Dies hat erhöhte Bedeutung, da man die Härte eines Stoffes möglichst in seinem Anfangszustande kennen will und nicht erst in dem Zustand, in den er künstlich durch tiefes Eindringen der Kugel (Kaltbearbeitung) übergeführt wird.

Die Messung der Eindrucktiefe h mittels des Martenschen Meßgerätes ist in allen Fällen in einfachster Weise durchführbar. Ein besonderer Vorteil liegt noch darin, daß zur Druckerzeugung der Druck jeder beliebigen Wasserleitung genügt.

A. Beschreibung des Härteprüfers, Bauart Martens[1]).

Der von Louis Schopper, Leipzig, in mustergiltiger Weise ausgeführte Härteprüfer ist in Fig. 1 dargestellt. Er besteht aus einem Druckerzeuger, der im unteren Teile der Vorrichtung liegt, und der darüber befindlichen Vorrichtung zur Messung der Eindrucktiefe h.

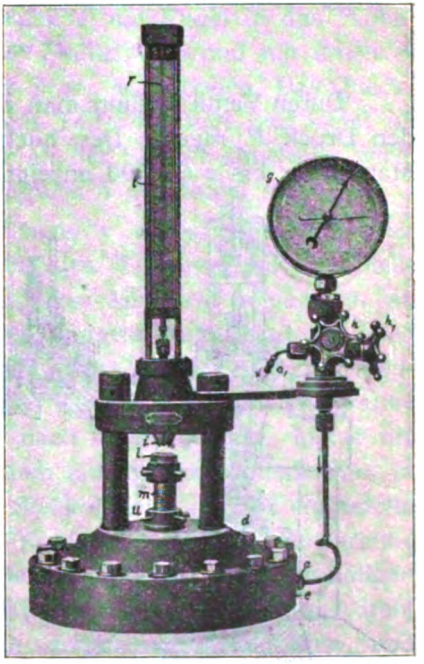


Fig. 1.
Härteprüfer, Bauart Martens.

[1]) Martens hat den Grundgedanken der Konstruktion zuerst in den Sitzungsberichten der Königl. Akademie der Wissenschaften 1905, S. 1035 und nachher in den Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbfleißes vom 5. März 1906 zum Abdruck gebracht.

Digitized by Google

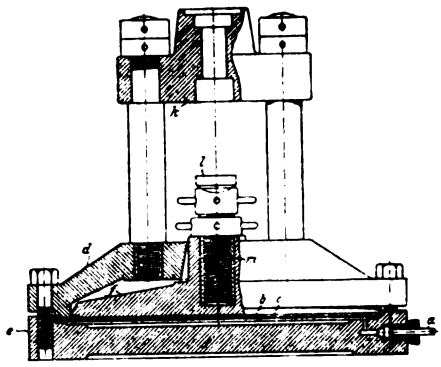


Fig. 2.
Presse für die Brinell-Probe.

Der Druckerzeuger ist in Fig. 2 im Schnitt dargestellt. Das durch den Anschlußstutzen *a* aus der Wasserleitung eintretende Wasser gelangt unter eine Lederscheibe *b*, unter der sich die Gummihaut *c* befindet. Beide sind zwischen Deckel *d* und Grundplatte *e* wasserdicht festgeklemmt. Wird durch *a* Wasser zugelassen, so wird die Membrane *b*, *c* gehoben und der Kolben *f*, dessen wirksame Fläche 500 cm² beträgt, mit einem bestimmten Druck *P* belastet. Die Wasserpressung wird am Manometer *g*, Fig. 1, abgelesen, das in 300° = 5 kg/cm² eingeteilt ist. Zeigt somit das Manometer *z* Grade an, so ist der Druck *P*

$$P = z \frac{25}{3} \text{ kg} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4).$$

Durch Ventil *h* kann man den Wasserzufluß zu *a* und damit den Druck *P* regeln. Der höchste zulässige Druck ist, da das Manometer bis *z* = 300 anzeigt, 2500 kg.

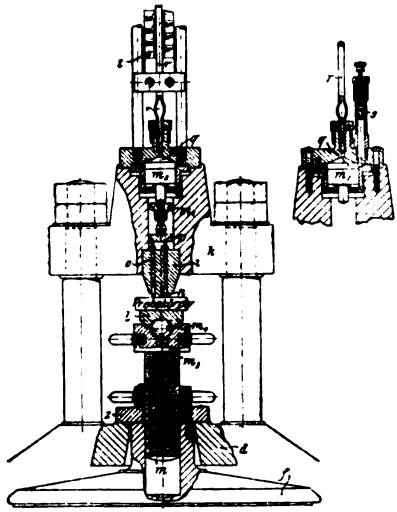


Fig. 3 und 4.

Die 5 mm-Stahlkugel wird mit einer Spur Klebewachs in dem Futterkörper *i* befestigt, der sich gegen das Querhaupt *k* lehnt; s. Fig. 3 und 4. Der auf Härte zu prüfende Probekörper wird auf den Tisch *l* aufgelegt. Dieser ruht mittels Kugellagerung auf dem oberen Teil der Stellschraube *m*. Die Stellschraube dient zur Einstellung des Abstandes zwischen Oberkante des Tisches *l* und der Kugel *n* auf die Dicke des zu prüfenden Probekörpers.

Digitized by Google

Soll der Druck P vermindert werden, so ist Ventil h für den Wasserzutritt zu schließen, während durch Handrad h_1 der Raum unter dem Kolben f mit dem Wasserabfluß a_1 in Verbindung gebracht wird. Aus später zu erwähnenden Gründen ist es zweckmäßig, den Steuerkörper h, h_1, a_1 nicht wie in Fig. 1 oben am Querhaupt, sondern unten auf dem Tisch anzubringen, auf dem der Härteprüfer steht, und das Auslaßrohr a_1 mit schwachem Gefälle zu versehen.

Die Vorrichtung zum Messen der Eindrucktiefe der Kugel ist ersichtlich aus Fig. 1 sowie 3 und 4. Die Stahlstäbchen o legen sich auf die zu prüfende Fläche des Probekörpers auf. Sie tragen auf Spitzen die Stahlplatte p. Auf dieser ruht ein Führungskolben m_1 und auf diesem schließlich im Schwerpunkte des Stützdruckes der drei Spitzen an p der Stahlkolben m_2, der in seinem Zylinder quecksilberdicht eingeschliffen ist. In dem Raum q oberhalb des Kolbens m_2 befindet sich Quecksilber, das in das Glasröhrchen r hineinragt. Mittels des Stellkölbchens s, Fig. 4, kann der Quecksilberspiegel in dem Haarröhrchen r in die Nullstellung gebracht werden. Wird nun unter dem Druck P die Kugel in das Probestück eingepreßt, so werden die Stahlstifte o und mit ihnen in gleichem Maße die gesamten Teile p, m_1, m_2 gehoben. Das Quecksilber wird aus dem Raume q zum Teil verdrängt und steigt im Röhrchen r um einen Betrag, der an der Skala t abgelesen wird, und der in Beziehung zur Eindringtiefe h der Kugel steht.

Die Eichung des Haarröhrchens r erfolgt mit Hilfe einer Mikrometerschraube, die an Stelle des Tisches l auf die Stellschraube m aufgebracht wird und dem Meßgerät beigegeben ist. Sie wird in das Muttergewinde m_3 eingeschraubt und hat oben einen mit Teilung versehenen Kopf, während der Teil m_4 der Stellschraube m die Nullmarke trägt. Der Kopf der Mikrometerschraube wird durch die Stellschraube m nach oben bewegt, bis er die Stäbchen o des Tiefenmessers eben anhebt. Das Quecksilber in dem Röhrchen r wird durch den Stellkolben s auf null eingestellt. Man hebt nun durch Drehen des Kopfes der Mikrometerschraube die Stahlstäbchen o um bekannte Beträge und liest den jedesmaligen Stand des Quecksilbers im Röhrchen r ab. Alsdann dreht man die Mikrometerschraube im entgegengesetzten Sinn und wiederholt die Ablesungen während des Niederganges des Quecksilbers.

Digitized by Google

Infolge des Gewichtes der Quecksilbersäule im Tiefenmesser entsteht ein Gegendruck auf den Probekörper, der dem Druck P entgegenwirkt. Dieser Gegendruck ist aber bei den größten Eindringtiefen h nicht größer als 3 kg und bei den kleinen Eindrucktiefen erheblich geringer, so daß er vernachlässigt werden kann.

Die elastischen Formveränderungen innerhalb des Tiefenmessers, die sich unter dem genannten Druck einstellen können, z. B. durch elastische Zusammendrückung der Stäbchen o oder durch elastische Formveränderungen der Spitzenlagerung der Platte p, können das Ergebnis der Tiefenmessung nicht beeinflussen, da sie bei der Eichung der Skala t mittels der Mikrometerschraube bereits berücksichtigt sind.

B. Prüfungsergebnisse mit dem Härteprüfer, Bauart Martens.

Übt man auf einen Probekörper einen Druck P mittels der Kugel aus, so gibt das Quecksilber im Tiefenmesser einen Anstieg h' in Millimeter an. Dieser Anstieg h' ist nun aber nicht ohne weiteres gleich der bleibenden Eindringtiefe h der Kugel, sondern in dem Werte h' sind außer h noch die Beträge h_e für elastische Formänderungen im Apparat und für die elastische Höhenverminderung der Kugel enthalten. Auch die elastische Eindrückung des Probekörpers kann gegebenenfalls noch hinzukommen.

Drückt man in irgend einen Stoff die Kugel unter wachsendem Druck ein, so wird die Beziehung zwischen Druck P und Stellung des Tiefenmaßes durch die Kurve OA in Fig. 5 dargestellt,

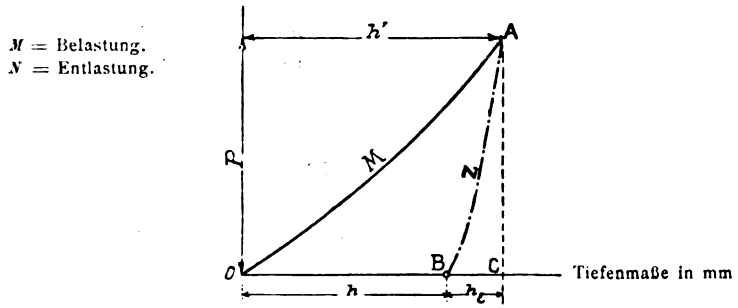


Fig. 5.

worin der Druck als Ordinate, die Stellung des Tiefenmaßes als Abszisse verwendet ist. Im Punkt A entspricht dem Druck P die Stellung des Tiefenmaßes h'. Schließt man nun den Wasserzufluß

Digitized by Google

und öffnet allmählich den Wasserauslaß, so sinkt der Druck nach Maßgabe der Manometeranzeige, gleichzeitig sinkt das Quecksilber im Tiefenmesser. Die Entlastungskurve AB ist aber eine wesentlich andere als die Belastungskurve OA. Der Quecksilberspiegel sinkt bei der Entlastung allmählich und bleibt beim Druck null längere Zeit in der Höhe h entsprechend dem Punkte B stehen. Erst nach einiger Zeit sinkt bei voll geöffnetem Ausfluß der Quecksilberspiegel weiter bis auf 0. Die Strecke $OB = h$ entspricht der wirklichen bleibenden Eindrucktiefe der Kugel. Der Betrag $BC = h_\varepsilon$ entspricht den elastischen Formveränderungen der Vorrichtung, der Kugel und des Probekörpers selbst.

Damit das Tiefenmaß im Punkte B nach der Entlastung von P vorübergehend stehen bleibt, ist es vorteilhaft, die Ausflußöffnung des Abflußrohres etwas tiefer zu legen als die Lederscheibe im Druckerzeuger. Zur Kontrolle der Lage des Punktes B kann man noch folgendermaßen verfahren. Mittels der Stellschraube m senkt man den Probekörper soweit, daß er ganz außer Berührung mit der Kugel tritt. Alsdann schraubt man ihn mittels der Stellschraube m hoch, bis zwischen Kugel und Eindruck eben wieder Fühlung erfolgt. Der Stand des Quecksilbers im Tiefenmesser ist dann wieder gleich h.

Wie man sieht, ist es für die Handhabung des Gerätes nicht erforderlich, über die elastischen Formänderungen h_ε Ermittlungen anzustellen, da man sie ausschalten kann.

Die Vorrichtung gestattet aber bequem, über das Maß dieser Änderungen Aufschluß zu erlangen. Hier soll nur darauf hingewiesen werden, daß die Kugel ganz erheblich elastisch abgeplattet werden kann. Die Abplattung kann bis zu 80% und mehr von dem Wert der bleibenden Eindrucktiefe h ausmachen. Sie ist bei niederen Drücken P stärker als bei höheren und bei harten Probestoffen größer als bei weichen.

Es entsteht nun die Frage, in welcher Weise die durch den Martensschen Prüfer gemessenen Eindrucktiefen h zur Kennzeichnung der Härte verwendet werden können.

Man könnte nach Brinell als Härtemaßstab den Quotienten $\frac{P}{2\pi r h}$ verwenden, worin r der Halbmesser der unbelasteten Kugel ist. Der Wert von $2\pi r h$ entspricht aber hierbei nicht mehr der Oberfläche der Eindruckkalotte, die ja durch den Ausdruck $2\pi R h$

Digitized by Google

dargestellt wird, wo R der mit P veränderliche Krümmungshalbmesser des Eindruckes ist. In dem Ausdruck $\frac{P}{2\pi r h}$ tritt somit r als willkürliche Konstante auf. Es liegt also nahe, einfach das Verhältnis zwichen Druck P und Eindringtiefe h als Härtemaßstab zu benutzen. Da dies Verhältnis mit dem Halbmesser der Kugel veränderlich sein wird, ist es zweckmäßig, nur einen bestimmten Kugeldurchmesser, und zwar die 5 mm-Kugel, zu verwenden, für die die Vorrichtung gebaut ist. Größere Kugeln zu verwenden, würde den Vorteil des Härteprüfers, daß er sein Druckwasser aus jeder gewöhnlichen Wasserleitung entnimmt, vermindern.

Trägt man für verschiedene Stoffe P als Ordinate zu der Eindrucktiefe h als Abszisse auf, so erhält man Kurven nach Art des Schemas in Fig. 6. Die Fortsetzung der Kurven geht durch

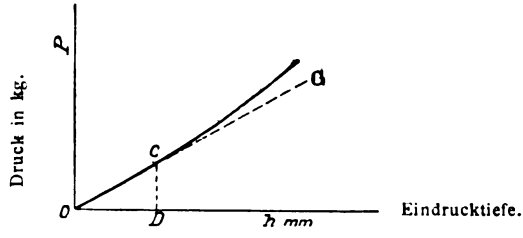


Fig. 6.

den Koordinatenanfang. Für niedrige Drücke schmiegt sie sich an eine Gerade $\mathfrak{G}$ an. Bei größeren Drücken weicht sie von der Geraden $\mathfrak{G}$ meist nach oben, seltener nach unten ab.

Es ist somit nicht nötig, die ganze Funktion $P = f(h)$ als Kennzeichen der Härte festzustellen, sondern es genügt, für irgend eine sehr kleine Eindrucktiefe h_n, die kleiner ist als OD in Fig. 6, für die also $P = f(h)$ noch genügend genau als Gerade aufgefaßt werden kann, den Druck P zu ermitteln. Für den vorliegenden Härteprüfer und für die 5 mm-Kugel hat sich $h_n = 0{\cdot}05$ mm als zweckmäßig und dieser Bedingung entsprechend herausgestellt. Dementsprechend wird als Härtemaßstab angegeben der Druck $P\,0{\cdot}05$, der nötig ist, um eine Kugel von 5 mm Durchmesser 0·05 mm tief in den Stoff einzudrücken.

In der ausführlichen Mitteilung ist eine Reihe Versuche mit verschiedenen Stoffen veröffentlicht. Dabei ist auf die starken Nachwirkungerscheinungen hingewiesen, die bei einigen

Digitized by Google

Stoffen (Zinn, Magnesium, Lagerweißmetall) auftreten. Wenn man jedoch die Eindrucktiefe *h* der Kugel klein wählt, wie z. B. 0·05 mm, so ist die Nachwirkung nach einigen Minuten der Druckeinwirkung schon nicht mehr meßbar; sie wird erst bei erhöhten Drücken merkbar.

Ferner sind in der ausführlichen Arbeit Versuche beschrieben, die den Einfluß der Wärmebehandlung von Kupfer auf das Ergebnis der Härteprüfung erkennen lassen.

Ordnet man die untersuchten Stoffe nach steigender Kugeldruckhärte $P\,0{\cdot}05$, so erhält man die in der Zahlentafel niedergelegte Reihenfolge.

Nummer	Metall und sein Zustand		Kugeldruckhärte $P\,0{\cdot}05$ kg	Bemerkung über Zusammensetzung
		°C		
1	Zinn		14	
2	Lagerweißmetall, langsam abgekühlt		21	Sn 83·1; Sb 11·1; Cu 5·4
3	Aluminium		25	
4	Magnesium		26	
5	Lagerweißmetall, schnell abgekühlt .		26	wie 2
6	Antimon		27	
7	Feuerkistenkupfer, bei 900° geglüht		30	
8	Feuerkistenkupfer, bei 500° geglüht		43	
9	Messing gegossen (F 70)		61	Cu 69·4; Zn 27·1; Sn 1·2; Pb 1·1; Fe 1·1
10	Kupfer unmittelbar aus Feuerkiste entnommen		81	das gleiche Kupfer wie 7 u. 8
11	Lagerrotguß in Sand gegossen[1] . .		83	Cu 83·6; Sn 16·0; Zn 0·2; Pb 0·07; As 0·2
12	kohlenstoffarmes Flußeisen S 660 .		98	C 0·07; Si 0·06; Mn 0·10; P 0·010; S 0·019; Cu 0·015
13	Lagerrotguß, in Kokille gegossen[1] .		136	dieselbe Legierung wie 11
14	Werkzeugstahl S 722, geschmiedet .		277	C 1·03; Si 0·26; Mn 0·19; P 0·02; S 0·03
15	Werkzeugstahl, S 774, bei 900° C in Wasser abgeschreckt und darauf angelassen bei	600 bis 700	260 bis 277	C 0·95
16		500	446	Si 0·35
17		400	595	Mn 0·17
18		275	1060	P 0·012
19		200	2285	S 0·024
20		100	2775	
21		nicht angelassen	2775	

[1]) Die Kugeleindrücke waren derart unrund, daß Messung des Eindruckdurchmessers *d* unmöglich erschien. Dagegen war *h* mittels des Härteprüfer bequem meßbar.

Digitized by Google

Schließlich ist noch zu erwähnen, welche physikalische Bedeutung dem Umstand zukommt, daß die Kurve $P = f(h)$ für niedere Drücke sich einer Geraden G anschmiegt, die durch den Koordinatenanfang geht und der Gleichung $P = C h$ genügt, wenn C konstant ist. Setzt man p gleich dem mittleren Flächendruck auf die Fläche des Eindruckkreises $\frac{\pi}{4} d^2$, so ist

$$P = p \frac{\pi}{4} d^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5),$$

worin sowohl p als auch d veränderlich ist. Bezeichnet man wie früher den Krümmungshalbmesser der Eindruckskalotte (nicht den Halbmesser der unbelasteten Kugel!) mit R, so ergibt sich die geometrische Beziehung

$$\frac{d^2}{4} = h\,(2R - h)$$

und folglich

$$P = \pi p h\,(2R - h) \quad \ldots\ldots \quad (6).$$

Bei sehr kleinen Drücken P und demzufolge auch sehr kleinen Eindrucktiefen h kann die Größe h gegenüber $2R$ in dem Ausdruck $2R - h$ vernachlässigt werden, so daß man angenähert erhält:

$$P \text{ rd. } 2\pi p h R \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7).$$

Durch das Experiment ist erwiesen, daß unterhalb eines gewissen Grenzwertes von P und h die Gleichung $P = Ch$ angenähert giltig ist; es folgt also innerhalb der gemachten Einschränkungen:

$$p R = \text{Konstante} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (8),$$

d. h. während der Druck wächst, muß der Krümmungsradius R rasch abnehmen. Die Konstanz von $p R$ gilt nur für kleine Eindrucktiefen, aber sie gilt gerade für diejenigen Eindrucktiefen h, bei denen sich sowohl p als auch R am stärksten ändert. (Näheres hierüber in der ausführlichen Arbeit.) Es besteht also eine ähnliche Beziehung zwischen dem mittleren Flächendruck p und dem Krümmungshalbmesser der Kalotte (= Krümmungshalbmesser der Kugel an der Abplattung), wie zwischen Druck und Volumen eines Gases nach dem Mariotteschen Gesetz.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

II 3

DIE ANWENDUNG DER KEGELDRUCKPROBE ZUR HÄRTEBESTIMMUNG VON EISENOBERBAUMATERIALE.

Von Dr. techn. **August Geßner**, Wien.

Die vorliegenden Versuche hatten den Zweck, einerseits die Eignung der Ludwikschen Kegeldruckprobe für die Praxis und anderseits die Beziehung der Kegeldruckhärte zur Zugfestigkeit bei Eisenoberbaumateriale zu prüfen.

Durchgeführt wurden dieselben gelegentlich der Übernahme des Oberbaumateriales für die k. k. österr. Staatsbahnen im Lieferjahre 1908 im Eisenwerk Trzynietz der österreichischen Berg- und Hüttenwerks-Gesellschaft auf einer Mohr-Federhaffschen Biegepresse des Werkes mittels eines Amsler-Laffonschen Kegeldruckapparates.[1])

Das sehr umfangreiche Versuchsmateriale umfaßte: Schienen, Eisenschwellen, Laschen, Unterlagsplatten und Stahlgußkreuzungen.

Mit Ausnahme der Stahlgußkreuzungen, bei denen die (grobe Verunreinigungen enthaltende) Gußhaut vollständig entfernt werden mußte, wurden die Probestücke keiner Anarbeitung unterworfen, sondern nur durch vorsichtiges Befeilen vom anhaftenden Zunder gereinigt.

Von den Versuchsergebnissen sei hier folgendes angeführt[2]):

Das Verhältnis der Zugfestigkeit zur Kegeldruckhärte schwankte im allgemeinen um ca. $\pm 6\%$ nach auf- und abwärts um einen

[1]) Siehe P. Ludwik „Die Kegelprobe, ein neues Verfahren zur Härtebestimmung von Materialien", Jul. Springer, Berlin, 1908.

[2]) Ein ausführlicher Bericht erscheint demnächst anderorts.

Digitized by Google

Mittelwert von etwa 0·335. Ein ausgesprochener Einfluß des Kohlenstoffgehaltes war hiebei nicht festzustellen.

Der bei Schienenmateriale noch zulässigen Mindestzugfestigkeit von 65 kg/mm² entsprach eine Kegeldruckhärte von rund 190.

Bei Schwellen- und Oberbaukleinmateriale lagen die Zugfestigkeiten zwischen 39 und 47 kg/mm², die Härtezahlen zwischen 117 und 144. Sonach variieren die Kegeldruckhärten in annähernd gleichen Intervallen wie die Zugfestigkeiten.

Es sei noch hervorgehoben, daß sich der erwähnte Kegeldruckapparat sehr gut bewährt hat, und daß alle Versuche mit dem gleichen Stempel durchgeführt wurden.

Obige Ergebnisse berechtigen zu der Hoffnung, daß die teueren und umständlichen Zugproben in manchen Fällen vorteilhaft durch die viel einfacheren und billigeren Kegeldruckproben ersetzt werden könnten.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

II4

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE BRINELLSCHE METHODE DER HÄRTEBESTIMMUNG.

Von **Harold Moore**, B. Sc., Woolwich-Arsenal, England.

Übersetzt von Ing. J. Fleischmann, Wien.

Die Anwendung der Kugeldruckprobe im „Research-Department" des königlichen Arsenals zu Woolwich zur Prüfung von Stücken verschiedener Form und Größe sowie zur Untersuchung eines und desselben Probestückes an verschiedenen Stellen, ließ es notwendig erscheinen, die einschränkenden Bedingungen dieser Probe mit einiger Sorgfalt festzustellen. Demgemäß wurden die unten beschriebenen Arbeiten durchgeführt und zwar zwecks Bestimmung: 1. der geringsten Dicke des Versuchsstückes, 2. der geringsten, ohne Gefahr anwendbaren Entfernung der Eindruckstelle vom Rande des Versuchsstückes, 3. des annähernden Fehlers, welcher durch Überschreiten der unter 1. und 2. bestimmten Grenzen begangen wird.

Die zahlreichen Versuche, welche mit verschiedenen Materialien unter Anwendung einer ganzen Reihe von verschiedenen Belastungen und Kugeldurchmessern durchgeführt wurden, ermöglichten es, die Ergebnisse anderer Forscher hinsichtlich des Einflusses zu kontrollieren, den die Veränderung der Belastung und des Kugeldurchmessers auf die Härtezahl ausübt. Die erzielten Resultate führten zum Vorschlage einer neuen Methode für die Berechnung der Härtezahl.

Alle Versuche wurden in einer 4000 kg Multiple-Hebelmaschine vorgenommen. Die Belastung wurde langsam durchgeführt und bei erreichtem Maximum während zehn Sekunden bei-

Digitized by Google

behalten. Die Eindrücke wurden mittels eines Meßmikroskopes mit einer Genauigkeit der Ablesung von 0·001 mm gemessen; der festgestellte Eindrucksdurchmesser ist in jedem einzelnen Falle das Mittel der Messung zweier aufeinander im rechten Winkel stehender Durchmesser. Die Versuchsplatten wurden auf beiden Seiten glatt gehobelt; jene Seite, welche die Eindrücke aufzunehmen hatte, war poliert. Während der Belastung befand sich die Versuchsplatte auf einer polierten Platte aus gehärtetem Stahl. Die bei den Versuchen verwendeten Kugeln hatten Durchmesser von 5, 10 und 15 mm. Eine 4 mm Kugel wurde für die Untersuchung der Gleichmäßigkeit der Härte bei einigen Materialarten in Verwendung genommen.

1. Geringste Dicke des Versuchsstückes.

Die angewendete Methode bestand darin, Härtemessungen mit allmählich steigenden Belastungen vorzunehmen und zwar an zwei Platten des gleichen Metalles, von welchen die eine bedeutend dicker war als die andere. Die Belastungen wurden solange gesteigert, bis eine, der unzureichenden Dicke der dünneren Platte zuzuschreibende Differenz zutage trat. Durch Anwendung von Kugeln verschiedener Größe bei gleichbleibender Dicke der Platten hoffte der Verfasser die Grenzen für die Form des Eindruckes bei verschiedenen Eindruckswinkeln bestimmen zu können. Wie bei den meisten Forschungen über die Methoden der Härtemessung, bestand die Hauptschwierigkeit in der Verschiedenheit der Härte eines und desselben Stückes an verschiedenen Stellen. Es muß der Brinellschen Methode hoch angerechnet werden, daß sie eine bisher ungeahnte Verschiedenheit der Härte in Metallkörpern aufgedeckt hat, von welchen anzunehmen war, daß sie eine einheitliche Härte besitzen. Es wurde für vorteilhaft gehalten, jede neue Belastung an einer noch unverletzten Stelle der Oberfläche vorzunehmen. Die Versuchsreihen A wurden auf diese Weise ausgeführt.

Um der Wirkung der Härteverschiedenheit so viel wie möglich aus dem Wege zu gehen, wurden die Versuchsreihen B mit allmählich steigender Belastung an ein und derselben Stelle des Versuchsstückes durchgeführt. Für diese Versuchsreihen wurden andere Materialstücke verwendet.

Die Probereihe A wurde an Scheiben vorgenommen, welche von Rundstangen mit 80 mm Durchmesser aus gewalztem, bei

Digitized by Google

Tabelle I. Probereihe A. Flußeisen.

Belastung kg	5 mm Kugel			10 mm Kugel			15 mm Kugel		
	Stärke der Platte = 15·05		Stärke der Platte = 3·20	Stärke der Platte = 15·03		Stärke der Platte = 3·20	Stärke der Platte = 15·06		Stärke der Platte = 3·15
	Eindrucks-Durchmesser	Härtezahl	Eindrucks-Durchmesser	Eindrucks-Durchmesser	Härtezahl	Eindrucks-Durchmesser	Eindrucks-Durchmesser	Härtezahl	Eindrucks-Durchmesser
400	2·076	125·4	2·057	—	—	—	—	—	—
500	2·272	127·3	2·251	2·498	127·4	2·493	2·605	130·9	2·641
600	2·421	131·7	2·434	—	—	—	—	—	—
700	2·627	127·2	2·618	—	—	—	—	—	—
800	2·775	128·1	2·773	3·040	128·9	3·048	—	—	—
900	2·928	127·2	2·928	—	—	—	—	—	—
1000	3·050	128·6	3·076	3·382	125·9	3·377	3·557	127·7	3·530
1100	3·163	129·9	3·203	—	—	—	—	—	—
1200	3·287	129·3	3·316	—	—	—	—	—	—
1300	3·435	126·9	3·436	—	—	—	—	—	—
1500	3·629	128·6	3·628	4·028	126·0	4·025	4·212	129·7	4·211
1700	3·826	129·0	3·810	—	—	—	—	—	—
2000	4·030	133·8	4·070	4·515	128·8	4·567	4·809	126·8	4·808
2500	—	—	—	5·013	126·5	4·975	—	—	—
3000	—	—	—	5·402	127·4	5·432	5·745	126·0	5·690
3500	—	—	—	5·795	126·5	5·880	—	—	—
4000	—	—	—	6·228	122·5	6·118	6·466	128·0	6·452

Digitized by Google

Tabelle II. Probereihe A. Flußeisen.

Belastung kg	5 mm Kugel			10 mm Kugel			15 mm Kugel		
	Stärke der Platte = 14·85		Stärke der Platte = 3·37	Stärke der Platte = 14·85		Stärke der Platte = 3·34	Stärke der Platte = 14·87		Stärke der Platte = 3·28
	Eindrucks-Durchmesser	Härtezahl	Eindrucks-Durchmesser	Eindrucks-Durchmesser	Härtezahl	Eindrucks-Durchmesser	Eindrucks-Durchmesser	Härtezahl	Eindrucks-Durchmesser
300	2·019	104·2	2·014	2·286	107·1	2·285	—	—	—
500	2·503	101·6	2·502	2·870	101·1	2·871	3·026	109·4	3·047
700	2·830	104·7	2·807	3·270	102·2	3·300	3·491	107·2	3·523
1000	3·246	106·2	3·270	3·777	101·8	3·813	4·060	105·0	4·090
1500	3·847	104·1	3·868	4·437	102·1	4·474	4·780	104·7	4·841
2000	4·270	106·9	4·322	4·962	102·9	5·030	5·380	103·9	5·311
3000	—	—	—	5·854	102·1	5·906	6·341	103·3	6·318
4000	—	—	—	—	—	—	7·132	102·7	7·139

Digitized by Google

570—580° C. ausgeglühtem Messing und aus Flußeisen geschnitten wurden, ferner an Platten, welche einem 50 mm Quadratstab aus Nickelchromstahl entnommen wurden. Letzterer wurde zwecks Erzielung einer einheitlichen Härte speziell gehitzt.

Die Einheitlichkeit der Härte der in den Probereihen A verwendeten Metalle wurde durch drei bis sieben Eindrücke in jede der dicken Platten — es wurden zwei oder mehr als zwei jedes einzelnen Metalles angewendet — erprobt und zwar immer mit gleicher Kuge· und Belastung. Bei Flußeisen wurde die größte Differenz mit 2% des Eindrucksdurchmessers konstatiert; bei härterem Stahl und Messing überschritt dieselbe nicht 1%. Eine Anzahl der bei den Probereihen A gefundenen Resultate ist in den Tabellen 1 und 2 enthalten. Die Methode, auf Grund welcher die Härtezahl berechnet wurde, wird unter gleichzeitiger Anführung der Gründe, welche für deren Annahme maßgebend waren, im dritten Abschnitte dieser Abhandlung erörtert werden.

Die Probereihen B wurden mit anderen Probestücken aus Flußeisen, Messing und Kupfer vorgenommen. Angesichts des beschränkten Raumes ist es nicht möglich, die Ergebnisse dieser Versuche im einzelnen hier anzuführen.

In keinem Falle überschreitet die Differenz der Durchmesser zwischen den entsprechenden Eindrücken in dem starken und schwachen Stücke 2%, soferne das Verhältnis der Eindruckstiefe zur Stärke der Versuchsstücke nicht größer als ein Drittel ist. Eine genauere Analyse der Ziffern unter Berücksichtigung der Härteverschiedenheit der in Verwendung genommenen Metalle führt zu dem Schluß, daß innerhalb des Verhältnisses ein Drittel der Einfluß der Stärke des Versuchsstückes sich in den Grenzen von $1\frac{1}{2}$% des Wertes des Eindruckdurchmessers und zirka 3% der Härtezahl hält. Immerhin sind aber Fehler von 3% für eine genaue Meßarbeit viel zu groß. Auch eine andere Überlegung läßt die Anwendung sehr dünner Versuchsstücke nicht ratsam erscheinen. Wenn nämlich die Eindruckstiefe einen großen Bruchteil der Plattenstärke beträgt, wird die Probeplatte durch den Versuch stark deformiert. Dies ist besonders der Fall, wenn die Oberfläche des Versuchsstückes eine kleine ist. Die dünnen Scheiben der Probereihen B deformierten sich zur Form seichter Trichter, indem sich der Außenrand der Scheibe während des Versuches von der stützenden Stahlplatte abhob.

Digitized by Google

Sobald die Eindruckstiefe $^1/_{16}$ der Dicke des Probestückes übersteigt, entsteht an der Unterseite der Versuchsplatte gegenüber dem Eindruck eine polierte Fläche, welche durch die enge Berührung des unter der Kugel gepreßten Metallstückes mit der polierten Stützplatte hervorgebracht wird. Sobald die Eindruckstiefe $^1/_7$ der Dicke des Probestückes übersteigt, wird das den Eindruck umgebende Metall mit der Stützplatte außer Berührung gebracht, die Unterseite der Versuchsplatte bleibt nicht mehr eben, da sich auf derselben unterhalb des Eindruckes dessen Projektion bildet. Diese Verhältnisse sind nur annähernde und können auf bedeutend kleinere Eindruckswinkel als jene, die allgemein üblich sind, keine Anwendung finden.

Angesichts der Verschiedenheit der Härte der verwendeten Metalle ist es schwer, jene Grenze festzusetzen, oberhalb welcher Differenzen in der Dicke der Platte keinen wie immer gearteten Einfluß auf den Versuch ausüben. Es können aber immerhin Versuche unternommen werden, um diese Grenze abzuleiten und zwar: 1. durch Verwerfen jener Vergleichsproben, welche bei kleinen Eindrücken nicht vollständig genaue Übereinstimmung zeigen; 2. durch Außerachtlassung der bei sehr kleinen Eindruckswinkeln entstandenen Eindrücke. Da bei den letzteren der Rand nur schwer mit Genauigkeit bestimmt werden kann, sind auch die bezüglichen Durchmesserabmessungen unverläßlich.

Ein störender Faktor, durch welchen wahrscheinlich alle zutage getretenen Differenzen zwischen Versuchen mit starken und schwachen Stücken ihre Erklärung finden, besteht darin, daß die Berührung zwischen Versuchsstück und Stützplatte keine absolut vollständige war. Um diese letztere zu erzielen, müssen die beiden sich berührenden Flächen vollkommen eben und poliert sein. Die schwachen Flächen der Versuchsstücke wurden maschinell geglättet, jedoch nicht poliert.

Unter Berücksichtigung aller dieser Umstände gelangt der Verfasser zu der Meinung, daß, soferne zwischen der Versuchsplatte und der Stützplatte (welch letztere genügend hart sein muß, um durch den Versuch keinerlei bleibende Formveränderung zu erleiden) eine vollkommene Berührung besteht, die Dicke keinen wie immer gearteten Einfluß auf die Probe ausübt, wenn die Eindruckstiefe $^1/_7$ der Dicke der Versuchsplatte nicht übersteigt, und wahrscheinlich auch dann das Ergebnis nicht beeinflußt, wenn die Tiefe einen viel größeren Bruchteil der Dicke darstellt.

Digitized by Google

2. Geringste Entfernung des Eindruckes vom Rande des Probestückes.

Dieselbe wurde bestimmt durch Ermittlung des geringsten zulässigen Durchmessers bei einem Versuchszylinder, bei dem der Eindruck im Mittelpunkte der einen Grundfläche hervorgebracht wurde, so daß sich die Eindrucksfläche von jedem Punkte des Randes in gleicher Entfernung befand. Die erste Versuchsmethode bestand darin, daß an Zylindern aus verschiedenartigen Metallen mit zunehmender Belastung solange Eindrücke gemacht wurden, bis eine Ausdehnung des Zylinders zutage trat. Diese Methode wurde verworfen: 1. weil schon bei relativ geringen Eindrücken eine schwache Ausdehnung des Zylinders beobachtet wurde und 2. weil es nicht möglich war, jene Fehlergröße festzustellen, welche durch eine Überschreitung der bestimmten Probegrenzen entstand. Es wurden sodann nach drei andere Methoden angewandt: a) Erzeugen von Eindrücken an einer Reihe von Zylindern des gleichen Metalles mit verschiedenen Durchmessern, bei Anwendung derselben Kugel und Belastung und Feststellung des kleinsten Zylinderdurchmessers, welcher noch einen genauen Eindrucksdurchmesser liefert; b) Erzeugen von Eindrücken an zwei Zylindern aus demselben Metall, aber von verschiedenem Durchmesser, mit sukzessive steigender Belastung, bis eine Differenz des Eindruckdurchmessers bemerkbar wurde; c) gleicher Versuch wie b, jedoch für jede angewendete Belastung mit einem neuen Zylinderpaar von großem und kleinem Durchmesser. In allen Fällen wurde die Vergrößerung des Zylinderdurchmessers beobachtet.

Die vom Internationalen Verbande für Materialprüfungen der Technik notwendigerweise geforderte Beschränkung der Länge der Abhandlungen, macht es nicht möglich die Ergebnisse der nach den obenerwähnten Methoden vorgenommenen Versuche im Detail anzuführen. Lediglich die durch die Methode a) erhaltenen Werte sind in Tabelle III verzeichnet. Diesselbe scheint das beste Verfahren darzustellen, erfordert aber die Vorbereitung zahlreicher Probestücke. Die Probe wurde an jedem Material mit zwei von einander stark abweichenden Eindruckswinkeln durchgeführt. Sämtliche Zylinder waren 10 mm hoch.

Man bemerkt, daß der Eindruck zu groß wird, sobald das Verhältnis der Durchmesser des Zylinders zu jenem des Eindrucks weniger als 4·5 beträgt Das Verhältnis ist nahezu das gleiche für

Digitized by Google

Tabelle III.

Flußeisen						Messing					
5 mm Kugel 1400 kg			10 mm Kugel 1600 kg			5 mm Kugel 1400 kg			10 mm Kugel 1300 kg		
Cylinder-Durchmesser	Vergrößerung des Cylinder-Durchmessers	Eindrucks-Durchmesser	Cylinder-Durchmesser	Vergrößerung des Cylinder-Durchmessers	Eindrucks-Durchmesser	Cylinder-Durchmesser	Vergrößerung des Cylinder-Durchmessers	Eindrucks-Durchmesser	Cylinder-Durchmesser	Vergrößerung des Cylinder-Durchmessers	Eindrucks-Durchmesser
24·3	0·005	3·475	—	—	—	24·3	0·005	3·484	24·3	0·002	3·890
24·1	0·010	3·463	24·3	0·005	4·038	24·2	0·012	3·495	24·2	0·012	3·881
22·2	0·010	3·468	22·2	0·007	4·038	22·2	0·015	3·473	22·2	0·005	3·900
20·1	0·005	3·462	20·1	0·010	4·042	20·2	0·012	3·510	20·2	0·007	3·901
18·1	0·005	3·472	18·1	0·017	4·057	18·3	0·027	3·507	18·3	0·015	3·902
16·1	0·010	3·484	16·2	0·025	4·156	16·3	0·015	3·521	16·3	0·020	3·920
14·2	0·025	3·508	14·2	0·035	4·165	14·2	0·056	3·553	14·2	0·032	3·946
12·2	0·045	3·545	12·2	0·052	4·297	12·2	0·045	3·580	12·2	0·040	3·993
10·2	0·070	3·606	10·2	0·087	4·430	10·2	0·065	3·611	10·2	0·070	4·092

Digitized by Google

die beiden angewandten, stark differierenden Eindruckswinkel von annähernd 22° und 44°. Dieses als untere Grenze bezeichnete Verhältnis fand seine vollkommene Bestätigung durch die Versuchsreihen, welche mit anderen Arten von Flußeisen, Messing und härterem Nickelchromstahl durchgeführt wurden, deren Ergebnisse aber hier nicht verzeichnet werden konnten.

Eine mit Sicherheit anzuwendende Regel besteht darin, daß der Mittelpunkt eines Brinellschen Eindruckes um nicht weniger als seinen $2^1/_2$fachen Durchmesser vom Rande des Probestückes entfernt sein soll.

3. Wirkung einer Veränderung in der Belastung und im Kugeldurchmesser.

In dem folgenden Abschnitt bedeuten H = Härtezahl, P = Belastung in Kilogramm, D = Kugeldurchmesser, d = Eindrucksdurchmesser, α = Eindruckswinkel.

Es war lange bekannt, daß der durchschnittliche Druck per Oberflächeneinheit bei der Kugeldruckprobe in der Regel mit der Vergrößerung des Eindruckswinkels wächst. Es wurden verschiedene Methoden für die Berechnung der Härtezahl vorgeschlagen,

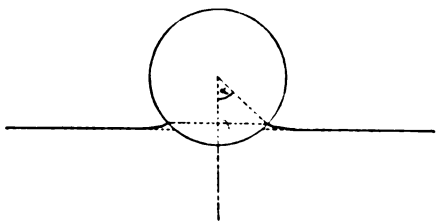


Fig. 1.

welche, wie immer auch der Querschnitt der Kugel und die Belastung beschaffen sind, das gleiche Bild liefern sollten. Le Chatelier (Revue de Métallurgie III, 1906, Seite 689) führt die folgende, von Benedicks aufgestellte Formel an:

$$H = H_{DP} \sqrt[5]{\frac{D}{10} \cdot \frac{20\,000}{17.000+P}}$$

Auf die Brinellsche Härtezahl,

$$\left(\frac{\text{Belastung}}{\text{Flächeninhalt der sphärischen Eindrucksoberfläche}}\right)$$

Digitized by Google

welche für jede Belastung und jeden Kugeldurchmesser gilt, angewendet, gibt diese Formel jene Härtezahl, welche man mit einer 10 mm Kugel bei 3000 kg Druck erhält. Diese Formel wurde bei den in Tabelle 1 und 2 enthaltenen sowie bei vielen anderen Abmessungen angewendet, sie liefert aber keineswegs eine konstante Härtezahl für ein bestimmtes Metall. Infolgedessen wurde dieselbe verworfen. Die tatsächlichen, zwischen Belastung und Eindrucksdurchmesser bestehenden Beziehungen wurden durch Meyer festgelegt, welcher seine Ergebnisse in einer wertvollen Abhandlung veröffentlicht hat. (Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, LII., 1908, Seite 645).

Die Beziehungen finden ihren Ausdruck durch die Formel $P = a\,d^n$, wobei n die Konstante für ein bestimmtes Metall, a die Konstante für ein bestimmtes Metall und einen bestimmten Kugeldurchmesser sind. Meyer hat auch gezeigt, daß der durchschnittliche Druck per Oberflächeneinheit $\frac{4\,P}{\pi\,d^2}$ für einen bestimmten Eindruckswinkel bei jedem beliebigen Kugeldurchmesser konstant ist. Dies wurde einige Jahre früher vom Verfasser bewiesen, jedoch nicht veröffentlicht; überdies haben hiefür zahlreiche, neuere, vom Verfasser durchgeführte Proben eine vollkommene Bestätigung erbracht. Es ist demnach möglich, sobald der Koeffizient n bekannt ist, für jeden beliebigen gegebenen Eindruckswinkel mittelst des für irgend eine Belastung und irgend einen Kugeldurchmesser gegebenen Eindrucksdurchmesser den durchschnittlichen Druck per Oberflächeneinheit zu berechnen. Da $\frac{4\,P}{\pi\,d^2}$ nur vom Eindruckswinkel abhängt, vom Kugeldurchmesser aber nicht beeinflußt wird, erübrigt nur, einen bestimmten Eindruckswinkel zu wählen, bei welchem der durchschnittliche Druck per Oberflächeneinheit die Härte darstellt, um derart eine Härtezahl zu erhalten, welche für ein bestimmtes Metall konstant bleibt. Meyer behauptet, daß die Härte durch einen einzigen Zahlenwert nicht dargestellt werden könne, sondern daß deren vollkommene Darstellung nur durch zwei Koeffizienten möglich ist. Wenn dies auch theoretisch richtig sein mag, so ist es doch von großer praktischer Bedeutung, eine einzige Konstante als Härtezahl eines Stoffes anwenden zu können, wenngleich dies die entsprechende Wahl einer bestimmten Art der Deformation nötig macht.

Digitized by Google

Für den normalen (Standard) Eindruckswinkel wurde ein solcher von 30^0 vorgeschlagen, wobei der Eindrucksdurchmesser die Hälfte des Kugeldurchmessers beträgt. Infolgedessen ist die Härtezahl gleich dem durchschnittlichen Druck der Oberflächeneinheit, sobald der Eindrucksdurchmesser die Hälfte des Kugeldurchmessers beträgt. Die Wahl eines bestimmten Eindruckswinkels bietet gegenüber einer bestimmten Belastung und einem bestimmten Kugeldurchmesser viele Vorteile. Sie kann ganz allgemein bei Stoffen jeder beliebigen Härte Anwendung finden und die Definition der Härte eines Stoffes als durchschnittlicher Druck per Oberflächeneinheit, der erforderlich ist, um eine ganz bestimmte Formänderung herbeizuführen, erscheint vernünftig und theoretisch richtig. Es ist keineswegs wirklich notwendig, den Eindrucksdurchmesser halb so groß als den Kugeldurchmesser zu halten. Praktisch ist es von Vorteil, eine bekannte Belastung anzuwenden und den derart sich ergebenden Eindrucksdurchmesser zu messen. Man erhält sodann die Härtezahl aus den bei beliebiger Belastung und beliebigem Kugeldurchmesser sich ergebenden Abmessungen, durch Anwendung der Formel:

$$\text{a)} \quad H = \frac{16\ P\ D^{n-2}}{\pi\ (2\ d)^n}$$

Die nach der Brinellschen Methode für denselben Eindruckswinkel sich ergebende Härtezahl ist $\frac{H}{1.0718}$

Die in den Tabellen I und II enthaltenen Härtezahlen sind nach der Formel a) gerechnet.

Bei der großen Mehrzahl der praktischen Härteproben kann n mit ganz hinreichender Genauigkeit als bekannt angenommen werden. Außerdem ist, wenn der Versuch mit einem von 30^0 nicht bedeutend abweichenden Eindruckswinkel gemacht wurde, der durch einen (wenn auch verhältnismäßig großen) Fehler in dem Werte von n in der Härtezahl selbst verursachte Fehler nur ein kleiner. Der Koeffizient n ist leicht bestimmbar durch Erzeugung von zwei Eindrücken mit gleicher Kugel und verschiedener Belastung nach der Formel

$$n = \frac{\log P_1 - \log P}{\log d_1 - \log d}$$

Die Bedeutung des Koeffizienten n verdient einige Beachtung. Unzweifelhaft ist die mit dem Anwachsen des Eindruckswinkels

Digitized by Google

eintretende Erhöhung des durchschnittlichen Druckes der Oberflächeneinheit der härtenden Wirkung einer kalten Bearbeitung zuzuschreiben. Sobald $n = 2$, wird $\frac{4\,P}{\pi\,d^2}$ durch Vergrößerung des Eindruckswinkels nicht berührt.

n liegt gewöhnlich zwischen 2 und 2·5 und je größer der Wert von n ist, desto mehr wächst $\frac{4\,P}{\pi\,d^2}$ mit der Vergrößerung des Eindruckswinkels: es scheint also n die Fähigkeit des Metalles darzustellen, durch kalte Bearbeitung härter zu werden. Genauer gesagt, $n = 2$ zeigt die Kapazität der Härtung durch kalte Bearbeitung. Einige Versuche, deren detaillierte Ergebnisse hier nicht angeführt erscheinen, unterstützen diese Ansicht vollständig; derselben zufolge müßte n bei einem Metall in weichem Zustand einen höheren Wert haben, als bei einem solchen, welches bis zu einem höchstmöglichen Grade kalt bearbeitet worden ist. Bei einem Metall in diesem gehärteten Zustand, welches demgemäß auf kaltem Wege nicht weiter gehärtet werden kann, wird der Koeffizient $n = 2$ sein. Die Arbeit von Beilby hat gezeigt, daß es außerordentlich schwierig, wenn nicht unmöglich ist, ein Metall in dem Zustand der größten, durch kalte Bearbeitung erzeugten Härte dauernd zu erhalten und dadurch erklärt es sich, daß bei den Versuchen des Verfassers ein derart geringer Wert wie die Zahl 2 für n niemals erreicht wurde.

Zwei Kupferplatten (crushers) wurden auf ein Drittel ihrer ursprünglichen Dicke zusammengepreßt. Eine derselben wurde zwei Stunden bei 500° C geglüht. Ein Stück eines Messingstreifens wurde in hartgewalztem Zustand geprüft, ein anderes Stück desselben Streifens mit der Kupferfeder geglüht.

Die Werte von n betrugen:

Kupfer, hart bearbeitet	2.01
„ geglüht	2.39
Messing, hart gewalzt	2.06
„ geglüht	2.53

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

III$_1$

BERICHT ÜBER DIE ERPROBUNG VON METALLEN DURCH SCHLAG.

Offizieller Bericht von M. G. **Charpy**, Montluçon.

Übersetzt von Ing. J. Fleischmann.

Die Anwendung der Schlagproben für die Qualitätsbestimmung der Metalle, welche seit langem nach verschiedenen empirischen Methoden in Gebrauch steht, bildet seit einigen Jahren infolge der Einführung der sogenannten Kerbschlagmethode den Gegenstand zahlreicher Studien und lebhafter Erörterungen. Der Kongreß in Budapest im Jahre 1901 ist der Frage nähergetreten und hat die Kommission 22 beauftragt, den Wert der Brüchigkeitsproben zu prüfen und die Bedingungen festzustellen, unter welchen diese Proben durchzuführen wären. Der durch Herrn Sauvage für den Brüsseler Kongreß vom Jahre 1906 verfaßte offizielle Bericht faßte die zahlreichen bis dahin veröffentlichten, sowie die dem Kongreß vorliegenden Berichte zusammen und bot derart die Grundlage für eingehende Diskussionen. Diese schienen für die neue Methode zum Nachteil auszuschlagen, denn der Kongreß verwarf einen Antrag auf allgemeine Einführung der Kerbschlagproben und beschränkte sich auf die Kundgebung, daß diese Versuche geeignet wären, interessante Aufschlüsse über die Materialeigenschaften zu liefern.

Diese Verurteilung ist nicht ohne Gegenstimmen geblieben, und es ist nicht zu verkennen, daß seit 1906 die Anwendung der Kerbschlagproben einen bedeutenden Aufschwung genommen hat, daß dieselben allseits informativ angewendet werden und sogar in einige offizielle Bedingnishefte Eingang gefunden haben. Beschränkt

Digitized by Google

war dieser Aufschwung durch die mangelnde Lösung der vom Budapester Kongreß gestellten Frage, welche die Festsetzung der für diese Probe vorzuschreibenden experimentellen Bedingungen zum Gegenstand hatte. Um diese Lücke auszufüllen, ernannte der deutsche Verband für Materialprüfung im Jahre 1906 eine Kommission, bestehend aus den Herren Professor Martens, Professor Stribeck, Direktor Lasche und Direktor Ehrensberger. Herr Direktor Ehrensberger (von den Kruppschen Werken) verfaßte jenen Bericht, auf Grund dessen die Anwendung der Kerbschlagproben seitens der am 5. Oktober 1907 in Berlin abgehaltenen Generalversammlung des deutschen Verbandes für Materialprüfung der Technik empfohlen wurde.[1])

Es ist dies zweifellos eine sehr wichtige Tatsache, deren Erörterung auf dem in Kopenhagen stattfindenden Kongresse unbedingt einen breiten Raum für sich in Anspruch nehmen wird. Der Berichterstatter, der zu seiner besonderen Freude wahrnehmen konnte, daß mehrere seiner eigenen Ansichten von den hervorragenden Persönlichkeiten der deutschen Kommission geteilt wurden, hält sich zur Verteidigung der Anträge nicht für berufen. Er wird sich lediglich darauf beschränken, zur Erleichterung der Diskussion eine Anzahl von Tatsachen und Beobachtungen zusammenzufassen, welche auf die bei der Frage der Schlagprobe zu beachtenden Gesichtspunkte Bezug nehmen und den auf dem Brüsseler Kongreß geäußerten Ansichten, sowie den seither über dieses Thema erschienenen Publikationen Rechnung tragen. Unter den letzteren seien besonders hervorgehoben, außer dem genannten Bericht des Herrn Ehrensberger, der im Jahresbericht der „Société de l'Industrie minérale" (I. Lieferung, 1907) veröffentlichten Aufsatz über „Reflexions au sujet des méthodes d'essai des pièces métalliques et du Congrès de Bruxelles de 1906" (Bemerkungen zur Frage der Schlagproben bei Metallen und zum Brüsseler Kongreß 1906) des Herrn Simonot, Chefingenieurs des „Génie Maritime", der in der Sitzung vom 1. Juni 1907 der Vereinigung der französischen und belgischen Mitglieder des Internationalen Verbandes für Materialprüfungen der Technik zur Verhandlung kam, ferner die Abhandlung des Herrn Pierre Breuil über die neuen Methoden der Metallprüfung, welche in der „Revue de Mécanique" (1908) er-

[1]) Stahl und Eisen, Nr. 50 und 51, Jahrgang 1907; Revue de Métallurgie, Aprilheft 1908.

Digitized by Google

schienen ist, und endlich die Berichte der Herren Stanton und Bairstow über „Schlagproben der Metalle“ und des Herrn Harbord über „Verschiedene Methoden der Schlagprobe mit eingekerbten Stäben“, die in der Generalversammlung vom 20. November 1908 der „Institution of Mechanical Engineers“ zur Erörterung gelangten.

I. Über die Anwendung und Bedeutung des Begriffes „Brüchigkeit“.

Im allgemeinen wurden die Schlagproben und speziell die Schlagbiegeproben mit eingekerbten Stäben als Mittel betrachtet, um die Brüchigkeit der Metalle zu bestimmen; man hat sich aber nur wenig damit beschäftigt, die Bedeutung dieses Begriffes genau zu definieren, so daß durch dessen mißbräuchliche Anwendung eine Anzahl Autoren einfach feststellen zu können glauben, daß gewisse Metalle brüchig sind, andere wieder, daß sie nicht brüchig sind, während die Mehrzahl der wissenschaftlichen Untersuchungen sich bloß eine ziffermäßige Bestimmung zum Ziele setzt. Wenn die Behauptung des Capitains Duguet[1]) zutrifft, daß Worte, sofern sie nicht einem ganz bestimmten Begriff entsprechen, verschiedene Vorstellungen zu erwecken vermögen und daß dies die vornehmste Quelle unserer Irrtümer sei, so scheint es nicht unnütz, diese Frage zu untersuchen, ehe von den Schlagproben gesprochen werden soll.

Die französische Kommission für Materialprüfungsmethoden der Technik stand am Beginn ihrer Arbeiten vor der Notwendigkeit, die Bezeichnung der in der Praxis des Materialprüfungswesens gebräuchlichen technischen Begriffe festzulegen, und ernannte eine Sub-Kommission für technische Terminologie. Aus dem im Namen dieser Sub-Kommission von Herrn Gandillot verfaßten Berichte greifen wir folgende Stelle heraus:

„Brüchigkeit. Die Brüchigkeit ist die Eigenschaft, sich leicht „brechen (frangere) zu lassen. Darnach könnte man bei jeder „Versuchsart eine statische Brüchigkeit und eine dynamische oder „Schlagbrüchigkeit, oder mit anderen Worten: die Eigenschaft eines „schwachen Widerstandes oder jene eines schwachen lebendigen „Widerstandes unterscheiden“.

[1]) Duguet. Limite d'élasticité et résistance à la rupture. Band II (Vorrede) Paris 1885.

Digitized by Google

„Es ist aber vornehmlich die letztere Eigenschaft, deren „Vorstellung der Begriff Brüchigkeit bei uns erweckt.

„Herr Auerbach hat vorgeschlagen, die Brüchigkeit „durch den Unterschied (die Differenz) zwischen der Bruchfestig- „keit (Bruchbelastung per mm²) und der Elastizitätsfestigkeit (Be- „lastung an der Elastizitätsgrenze per mm²) oder durch andere diese „Differenz zum Ausdruck bringende Funktionen zu charakterisieren.

„Im Jahre 1889 hat Herr Considère vorgeschlagen, die „Brüchigkeit durch das Verhältnis dieser beiden Festigkeiten „zu messen.

„Es muß bemerkt werden, daß die Brüchigkeit eines Materiales „genau genommen nicht in der geringen Differenz zwischen diesen „beiden Festigkeitswerten besteht, sondern vielmehr in der geringen „Differenz der zugehörigen Formveränderungen, das heißt in der „geringen Fähigkeit zur Formveränderung, infolge derer das Material „nur eine geringe Widerstandsarbeit vor dem Bruch leistet.

„Wie dem auch sei, erscheint es nicht notwendig, ein „spezielles Maß der Brüchigkeit zu suchen, da, unabhängig von „der Art ihrer Auffassung und ohne Rücksicht auf ihre Ursachen „die Brüchigkeit die Eigenschaft solcher Körper ist, deren Festig- „keit oder deren Fähigkeit zur Formänderung oder deren lebendiger „(dynamischer) Widerstand ziffernmäßig ausgedrückt von geringer „Höhe ist."

Den gleichen Gedankengang verfolgt Herr Henri Le Châtelier in der von ihm verfaßten Einleitung für den durch die „Société d'Encouragement" im Jahre 1904 veröffentlichten Beitrag zum Studium der Brüchigkeit von Eisen und Stahl:

„Man hat seit jeher gewußt, bemerkt er, daß gewisse Metalle „in der Regel brüchig sind, d. h. immer mit einer Dehnung von „der Größe nahezu gleich Null brechen und daß infolgedessen „der Bruch derselben nur einen sehr geringen Arbeitsaufwand „kostet."

Herr Considère sagt zu demselben Gegenstande:

„Man hat Brüchigkeit jene Eigenschaft genannt, welche die „Mehrzahl der harten Körper besitzen und die darin besteht, daß „dieselben unter gewissen Bedingungen mit geringer oder ohne „Formveränderung brechen, wobei sie nur eine geringe Widerstands- „arbeit leisten."

Digitized by Google

und an anderer Stelle:

„Man bezeichnet heute und ohne Zweifel auch weiterhin „jene Körper als brüchig, welche ohne Rücksicht auf die Ursachen „des Bruches, unter geringer Formveränderung und unter Leistung „einer nur schwachen Widerstandsarbeit brechen."

Es wird also die Eigenschaft der Brüchigkeit von mehreren Autoren erklärt, ohne daß sie mit dem Einfluß des Schlages in Verbindung gebracht wurde. Von anderer Seite dagegen wird deutlich darauf hingewiesen, daß die Brüchigkeit mit den dynamischen Versuchen in Beziehung gebracht werden muß; so schreibt Herr Barba:

„Die Brüchigkeit eines Metalles kann in einfacher Weise „definiert werden als die Neigung eines Metalles, unter dem „Einfluß einer kleinen zerstörenden Kraft, soferne diese von einer „Schlagwirkung ausgeht, zu brechen."

In einer von Herrn Brosser, Chefingenieur des „Génie Maritime", verfaßten Studie über die Brüchigkeit finden wir folgenden Satz:

„Im allgemeinen definiert man die Brüchigkeit als die Tendenz „der Körper, durch Schlag zu brechen."

Schließlich sei noch die etwas kompliziertere Fassung des Herrn Vanderheym zitiert, welcher sagt:

„Ich möchte die als Brüchigkeit bezeichnete Eigenschaft eines „durch den Schmelzprozeß erzeugten Metalles dahin definieren, daß „dieselbe in der besonderen Neigung der Kristalle dieses Metalles „bestehe, sich unter der Wirkung einer plötzlichen Kraftäußerung „von einander zu trennen."

Um diese verschiedenen Definitionen in Einklang zu bringen oder um unter ihnen zu wählen, gelangt man naturgemäß wieder zur Auffassung des Herrn Gandillot bezw. zu der Anschauung, die Brüchigkeit je nach Art der Formveränderung und je nach der Kraftäußerung gesondert zu betrachten. Jedenfalls müßte eine Einteilung der Metalle hinsichtlich ihrer Brüchigkeit entweder nach Brucharbeit oder nach der vor dem Bruch konstatierten Formveränderung getroffen werden. Seitens aller vorerwähnten Forscher wird zugegeben, daß diese beiden Größen im Zusammenhang stehen; um also zu einer ziffermäßigen Definition zu gelangen, muß unter den beiden gewählt werden, und es erscheint im Hinblick auf die praktische Anwendung als sicher, daß der

Digitized by Google

Brucharbeit größere Bedeutung zukommt. Anderseits ist die Formänderung vor dem Bruch bequemer meßbar und erleichtert infolgedessen in vielen Fällen den Vergleich.

Die erste Frage, die wir uns stellen müssen, geht dahin, zu wissen, wieviel Arten von Brüchigkeit bestehen; zu diesem Zweck müssen wir, um nur von den gebräuchlichsten Arten der Formänderung zu sprechen, nacheinander, und zwar sowohl vom Gesichtspunkt der Brucharbeit als auch der Formänderung vor dem Bruch, stufenweise gesteigerte Zugproben und Zugproben durch Schlag, stufenweise gesteigerte Biegeproben und Biegeproben durch Schlag, stufenweise gesteigerte Druckproben und Druckproben durch Schlag zur Anwendung bringen.

Die verschiedenen Größen stehen gegenwärtig mit keiner anderen spezifischen Eigenschaft des Metalles, als jener der Brüchigkeit in präzisierbarer Weise in Verbindung. Es scheint daher angemessen, bevor neue Fortschritte in der Erkenntnis der Metalle gemacht sind, Fachausdrücke solcher Art zu vermeiden und sich, ohne über die Erfahrung hinauszugehen, darauf zu beschränken, die durch jeden einzelnen Versuch ermittelten Größen in möglichst klarer Weise zu bezeichnen.

Die deutsche Kommission scheint sich auf denselben Standpunkt gestellt zu haben, indem sie für die durch die Kerbschlagprobe definierte Qualität des Materiales die Bezeichnung „Kerbzähigkeit" und für die bei der Probe mit Bezug auf den Quadratzentimeter Bruchfläche ziffermäßig festgestellten Arbeitswerte die Bezeichnung „spezifische Schlagarbeit" vorschlug. In einer dem Budapester Kongreß im Jahre 1901 vorgelegten Arbeit hatten wir für diese letztere Größe die Bezeichnung „résilience" in Antrag gebracht.

II. Welche Beziehung besteht zwischen den Proben, welche die gleiche Formänderung einerseits durch Schlag, andererseits durch stufenweise gesteigerte Wirkung hervorbringen?

Der Grundgedanke, welcher zur Vornahme von Schlagproben mit Metallen geführt hat, fußt unbestreitbar auf der Annahme, daß zwischen den beiden Proben, welche durch Schlag respektive durch stufenweise gesteigerte Wirkung die gleiche Formveränderung hervorbringen, ein ganz bestimmter Unterschied bestehe. Die Tatsache, daß die Schlagproben allgemein in Geltung stehen (hauptsächlich

Digitized by Google

in Gestalt der Biegeprobe mit nicht eingekerbten Stäben) und daß man ihren Ergebnissen große Bedeutung beimißt, scheint darzutun, daß die Richtigkeit des vorher ausgeführten Gedankenganges durch die Erfahrung vollständig bewiesen worden ist. Indessen zeigt die Prüfung der über diesen Gegenstand angestellten vergleichenden Versuche, daß sie in den meisten Fällen nur auf einen geringen Unterschied zwischen den Ergebnissen dynamischer und statischer Wirkungen schließen ließen.

Einige zu diesem Punkte geäußerte Meinungen sollen hier Raum finden:

Kapitän Duguet schreibt: „Die Wirkungsdauer der Kraft ist sehr fühlbar, besonders während der Periode der starken Deformationen; sie würde allein hinreichen, jede zu sehr ins Detail gehende Erforschung der Phänomene illusorisch zu machen. Doch darf ihre Bedeutung nicht überschätzt werden; denn die äußersten Formänderungen der der Biegung unterworfenen Flußeisenproben sind ganz genau die gleichen, ob nun dieselben langsam mit der hydraulischen Presse oder unter dem Schlag des Fallhammers hervorgebracht werden".

In seiner Abhandlung über Materialproben sagt Professor Martens, daß nach Versuchen von Kick die Fallgeschwindigkeit keinen wesentlichen Einfluß auf die Größe der Formänderung bei der Schlagbiegeprobe besitzt; bei Gelegenheit der Zugproben bemerkt Professor Martens: „nach den gegenwärtig im Laboratorium zu Charlottenburg durchgeführten Schlagzugproben habe ich die Überzeugung gewonnen, daß die Formänderungen sich bei der Schlagzugprobe genau in der gleichen Weise vollziehen, wie bei der langsamen Zugprobe. Durch Zug mittelst mehrerer Schläge entsteht manchmal eine größere Dehnung, als durch die langsame Zugprobe."

Herr Lebasteur (Annales des Ponts et Chaussées, 1890) war zu denselben, nachfolgend wiedergegebenen Schlüssen gekommen:

1. Die Bruchdehnungen der in der Längsrichtung der Schlagprobe unterzogenen Stäbe sind ungefähr identisch mit jenen, welche bei denselben Proben durch langsamen Zug zutage treten.

2. Das Aussehen der Bruchflächen ist in beiden Fällen absolut das gleiche.

Digitized by Google

3. Die für den Bruch der Schlagzugproben erforderliche Gesamtintensität der Schläge ist proportional dem lebendigen Bruchwiderstand des Metalles (gemessen durch die Diagrammfläche des langsamen Zuges). Später bemerkt Herr Lebasteur: „Der lebendige Bruchwiderstand gibt ein Maß der Widerstandsfähigkeit der Metalle sowohl gegen dynamische, wie auch gegen statische Wirkungen."

Herr Hatt hat in „Proceedings of the American Society for Testing Materials (1904)" eine lange Reihe von Versuchen beschrieben, bei welchen infolge einer sehr geistreichen Aufstellung des Fallhammers die Registrierung der Fallgeschwindigkeiten und daraus wieder ein Rückschluß auf die Wirkung derselben ermöglicht war. Herr Hatt kommt zu dem Ergebnis, daß bei Stählen die Größen der totalen Dehnung sowie der Brucharbeit einen nur geringen Unterschied aufweisen, gleichgültig, ob nun der Bruch in 10 Minuten oder in einer Zehntelsekunde durchgeführt wird. Am Schlusse einer längeren, durch das Iron and Steel Institute veröffentlichten Abhandlung schreibt Herr Breuil: „Dies genügt, um zu beweisen, daß bei der Biegung durch plötzlichen Schlag die Kurve nahezu identisch wäre mit derjenigen, welche sich durch langsames Biegen ergibt", und weiter: „Schließlich ergibt sich aus diesen Versuchen als wichtigste Schlußfolgerung, daß durch langsamen Probeprozeß dieselbe Wirkung auf die Metalle hervorgebracht wird, wie durch den raschen (wenigstens auf jene, welche der Autor untersucht hat)."

Unsererseits wurde bei verschiedenen Gelegenheiten und speziell in einer dem Brüsseler Kongreß vorgelegten Arbeit der vergleichsweise durch Schlag und durch stufenweise gesteigerte Wirkung durchgeführten Kerbbiegeproben Erwähnung getan, und wir haben darauf hingewiesen, daß die beiden Versuchsarten hinsichtlich der absoluten Werte nur unbedeutende Unterschiede ergeben und für eine Reihe von Metallen zu einer relativ gleichen Klassifizierung führen.

Es wären auch noch andere Versuchserfahrungen zu finden, welche zu dem Ergebnis einer geringen Differenz zwischen dynamischen und statischen Versuchen führen. Durch Herrn Considère sind jedoch abweichende Resultate gefunden worden; Herr Considère konstatierte bei Schlagproben mit Stahldrähten bei verschiedenen Fallgeschwindigkeiten, daß bei einer sukzessiven Steigerung der

Digitized by Google

Schlaggeschwindigkeit über jenes Minimum, welches den Bruch mit einem einzigen Schlage herbeiführt, die Bruchfestigkeit des Metalles gleichzeitig (mit der Geschwindigkeit) wächst, und zwar um mehr als 50 bis 100% der statischen Bruchfestigkeit, während die Bruchdehnung nahezu konstant bleibt."

Sobald also die Schlaggeschwindigkeit eine bestimmte Grenze erreicht, entsteht in dem Metall eine plötzliche Veränderung seiner mechanischen Eigenschaften, welche wohl mit der Brüchigkeit in Beziehung steht. Der Bruch findet mit einer sehr schwachen Dehnung und einem Widerstande statt, welcher weniger als ein Drittel des bei weniger raschen Schlägen festgestellten Widerstandes beträgt. Die Brucharbeit vermindert sich infolgedessen plötzlich in enormem Maße. Bei einem zufällig herausgegriffenen Beispiel fiel dieselbe von 20 auf 1.

Diese Erscheinungen wurden bei Drähten neuerlich durch Herrn André le Chatelier beobachtet. Jedoch scheint aus seinen hiezu gegebenen Erklärungen hervorzugehen, daß die Verminderung der Dehnung hauptsächlich einer Art von Schwingungsphänomenen zuzuschreiben ist, welches eine Lokalisierung der Formveränderung herbeiführt. Die Dehnung nimmt also nur an einer weniger großen Länge des Drahtes teil, was dieselbe zu vermindern scheint; wenn die Dehnung aber nicht nach der totalen Länge, sondern nach den verschiedenen Teilelementen gemessen würde, dann würde sich zeigen, daß dieselbe in den der Bruchstelle zunächst liegenden Teilen, unabhängig von der Schlaggeschwindigkeit, gleich groß ist.

Es würde sich also nicht um eine mit der Brüchigkeit vergleichbare Erscheinung handeln, sondern die große Länge des Drahtes im Vergleiche zu seinem Durchmesser wäre die einzige Ursache dieser Differenzen, welche von jenen Forschern, die mit kurzen Stücken operierten, nicht beobachtet worden sind.

Da indessen entgegnet werden könnte, daß diese letzteren mit unzureichenden Fallgeschwindigkeiten arbeiteten, hielten wir es für angezeigt, einige Schlagzugproben mit Fallhöhen durchzuführen, welche weit größer waren, als jene, mit welchen die Herren Considère und A. Le Chatelier die Verminderung der Dehnung erzielt hatten.

Unter Benützung eines Fabrikschornsteines waren wir in der Lage, mit Fallhöhen bis zu 47 Metern zu operieren; und selbst bei diesen Höhen haben wir die durch Herrn Considère geschilderte

Digitized by Google

Erscheinung nicht vorgefunden. Es würde zu weit führen, hier eine Beschreibung dieser Versuche, welche anderweitig veröffentlicht wurden, zu geben; wir wollen aus denselben nur die auf zwei Flußeisenproben bezüglichen Resultate herausgreifen, welche bei der Zugprobe sehr ähnliche, bei der Schlagbiegeprobe aber sehr verschiedene Ergebnisse geliefert haben; die bei der langsamen Zugprobe beobachtete Ähnlichkeit der Ergebnisse zeigte sich auch bei der Schlagzugprobe.

Die mit diesen Eisensorten erhaltenen Resultate, welche wir mit den Buchstaben A und B bezeichnen werden, sind in den folgenden Tabellen, welche sich auf die langsame Zerreißprobe und die Schlagprobe beziehen, zusammengestellt.

Die Zugproben wurden mit Stäben von 13·8 mm Durchmesser und 100 mm Markendistanz durchgeführt. Die langsame Zerreißprobe erfolgte mit einer Zerreißmaschine, welche per Sekunde 0.1 mm Dehnung bewirkte und das Diagramm verzeichnete, welches sodann zwecks Bestimmung der Brucharbeit planimetriert wurde; für die Schlagzugprobe wurde ein Hammerbär verwendet, an dessen oberen Teil einer der Köpfe des Probestabes angeschraubt wurde und welchen man aus einer Höhe von 47 m auf einen ringförmigen Support fallen ließ, welcher den mit dem anderen Probestabende verschraubten Querbalken am Weiterfall hemmte; nachdem der Hammerbär den Stab gebrochen hatte, setzte er seinen Fall fort, zerdrückte drei Kupferzylinder, deren Abplattung eine annähernde Bestimmung der restlichen lebendigen Kraft, respektive der durch den Bruch des Stabes verbrauchten Arbeit ermöglichte; die mittlere Dehnungsgeschwindigkeit betrug etwas mehr als 20 m per Sekunde; sie war also 200.000mal größer als bei dem vorhergehenden Versuch.

Langsamer Zug.

	Elastizitäts-Grenze	Maximale Belastung	Dehnung %	Contraction $-\frac{s-s'}{s}$	Brucharbeit
A	30·1 kg	42·1 kg	32·0	67·2	179·5 kg
B	30·0 „	44·1 „	31·5	65·6	185·0 „

Digitized by Google

Zugwirkung durch Schlag.

		Dehnung %	Contraction $\frac{s - s'}{s}$	Brucharbeit
A	1. Versuch	40·0	70·4	215 kg
	2. „	34·1	63.8	195 „
B	1. Versuch	36·0	65·5	190 „
	2. „	40·1	69·0	200 „

Die Ziffern der Brucharbeit bei den Schlagzugproben dürfen nur als annähernde betrachtet werden, weil deren Messung mit großer Genauigkeit nicht möglich ist; es kann jedoch angenommen werden, daß die Brucharbeit bei der Schlagprobe eher noch etwas höher ist, als bei der langsamen Zerreißprobe; diese Tatsache hat Herr Considère bei geringen Fallgeschwindigkeiten mit dünnen Drähten beobachtet; sie wurde unsererseits auch bei großen Geschwindigkeiten mit verhältnismäßig kurzen Stäben konstatiert.

Die beiden Metallsorten, welche nach dem Ergebnis der Zugprobe, praktisch genommen, ganz gleich hätten sein sollen, unterschieden sich bedeutend durch die Kerbschlagbiegeprobe, welche bezüglich der Probe „B" geradewegs Brüchigkeit konstatierte. Tatsächlich hat sich bei Versuchen mit dem Pendelfallhammer bei Stäben von $30 \times 30 \times 160$, welche auf die halbe Stabdicke mit einer am Grunde abgerundeten (Radius 3 mm) Kerbe versehen waren, für das Metall „A" eine totale Brucharbeit von zirka 200 kg (d. i. 44 kg per cm^2) ergeben, wobei der Stab nicht vollständig in zwei Teile getrennt, wohl aber auf 60^0 abgebogen war, während das Metall „B" eine totale Brucharbeit von nur $13^1/_2$ kg (d. i. 3 kg per cm^2) absorbierte, wobei die beiden Teile des gebrochenen Stabes einen Winkel von annähernd 175^0 bildeten. Wir konnten diese Erfahrung durch Biegeproben mit eingekerbten Stäben wiederholen, indem wir nicht mittels Schlages, sondern mittels langsamen Prozesses auf der Versuchsmaschine vorgingen und die verbrauchte Arbeit durch Planimetrieren des Biegungsdiagrammes bestimmten; wir konnten den erwähnten Unterschied zwischen den beiden Metallen wieder konstatieren, allerdings war dieselbe weniger scharf hervorgehoben, als bei der Schlagprobe.

Digitized by Google

Metall „A“, welches nach Biegung auf 60° nicht gebrochen war, hatte eine Arbeit von annähernd 145 kg verbraucht; Metall „B“ brach, sobald der Biegungswinkel 140° erreicht hatte, und verbrauchte derart eine Arbeit von zirka 55 kg.

Es hat also die bedeutende Erhöhung der Zuggeschwindigkeit, wie diese Versuchsprobe zeigt, weder eine Verminderung der Dehnung noch der Brucharbeit herbeigeführt, wiewohl das eine der beiden Metalle Neigung zeigte, bei der Kerbbiegeprobe unter geringerer Formveränderung und Brucharbeit zu brechen.

Wir haben auch andere Metalle in gleicher Weise erprobt und konnten niemals jenseits einer bestimmten Schlaggeschwindigkeit eine Discontinuität vorfinden.

Es erscheint uns logischer, das Problem in folgender Weise darzulegen.

Das Wort Schlagprobe erweckt im allgemeinen den Grundgedanken eines augenblicklichen Bruches, welcher jedoch, zumindest bei schmiedbaren Metallen, nicht realisierbar ist.

Die Schlagprobe erzeugt tatsächlich eine mehr oder weniger rasche, niemals aber eine augenblickliche Formänderung, welche den schweren Übelstand besitzt, unter nicht gleich bleibender Geschwindigkeit hervorgebracht zu werden; es kann sogar der Fall eintreten, daß bei einer Schlagprobe mit einem Metall, welches eine nur um weniges geringere Brucharbeit erfordert, als durch den verwendeten Fallhammer geleistet werden kann, die mit sehr großer Geschwindigkeit begonnene Formänderung nur mit einer sehr verringerten Geschwindigkeit endigt. Dieser Umstand vermehrt die Erläuterung der Schlagprobe um eine Schwierigkeit, welche nicht vernachlässigt werden darf. Das am Ende des vorherigen Abschnittes erwähnte Problem und die eingangs des jetzigen Abschnittes gestellte Frage müssen also verallgemeinert werden; es genügt nicht, nacheinander sowohl die durch stufenweise gesteigerte Wirkung, wie auch die durch Schlag hervorgebrachten Formänderungen zu studieren, sondern es müssen die Formänderungen nach den verschiedenen Geschwindigkeiten, und zwar von Null bis zu Werten von bedeutender Größe untersucht werden; die Frage, welche sich aufwirft, geht dahin, zu bestimmen, welche Beziehungen zwischen jenen Proben bestehen, welche die gleiche Formänderung bei verschiedenen Geschwindigkeiten bewirken, sowie ob es Metalle gibt, bei welchen diese Beziehungen für einen gewissen Geschwindigkeitswert eine

Digitized by Google

Diskontinuität aufweisen. Es ist dies eine der heikelsten und verwickeltsten Fragen, deren Erledigung noch in weiter Ferne schwebt; bekanntlich besitzt die Geschwindigkeit der Formänderung einen fühlbaren Einfluß auf die Ergebnisse der mit gewöhnlichen Versuchsmaschinen durchgeführten Proben; dieser Einfluß tritt gewiß schärfer hervor, sobald die Geschwindigkeit fortwährend erhöht wird. Erleidet derselbe nun bei einem gewissen Geschwindigkeitswert eine plötzliche Veränderung? Es ist nicht unmöglich, daß jene vorerwähnte Erscheinung, welche bei gewissen Versuchen infolge von Schwingungserscheinungen örtlich erreicht wurden, auch bei sehr hohen Geschwindigkeiten eintritt. Nach den obigen Erfahrungen ist es wohl sehr unwahrscheinlich, daß diese Diskontinuität auftritt, so lange die Geschwindigkeit innerhalb jener Grenzen bleibt, welche mit dem Fallhammer erreichbar sind und die auch den derzeit höchsten Geschwindigkeiten von Maschinen entsprechen.

III. Welchen Bedingungen müssen die Schlagproben genügen?

Die vorstehenden Betrachtungen haben keineswegs bezweckt, die Schlagproben als unnütz hinzustellen; anderseits besitzen die Schlußfolgerungen, mit denen wir geschlossen haben, nur hypothetischen Charakter, und da es nicht unmöglich ist, daß manche Metalle bei verhältnismäßig schwachen Deformationsgeschwindigkeiten eine Diskontinuität zeigen, die den bisherigen Erfahrungen nicht zu entsprechen scheint, so ist es für alle Fälle zweckmäßig, sich vor Verwendung eines Metalles durch direkten Versuch davon zu überzeugen, ob es nicht eine besondere Empfindlichkeit der Wirkung des Schlages gegenüber besitzt. Schließlich ist noch zu beachten, daß sich durch die Schlagprobe gewisse Qualitätszahlen leichter bestimmen lassen, als durch eine Probe mit stufenweiser Steigerung der Kraftwirkung. Dies ist zum Beispiel der Fall bei der Bestimmung der Brucharbeit. Die Schlagprobe-Apparate, deren Einrichtung die Messung der lebendigen Kraft des Hammers nach dem Bruche des Probestückes zuläßt, geben die Größe unmittelbar durch eine einfache Ablesung, während die Bestimmung dieser Größe durch eine Probe mit stufenweiser Steigerung der Kraft die Aufnahme eines Diagramms, sodann die Ausmessung der Diagrammfläche nötig macht, Operationen, die ebenso langwierig als empfindlich sind.

Digitized by Google

Die Schlagproben dürfen aber nicht auf Grund vollständig willkürlicher Bedingungen vorgenommen werden, wie dies bei den meisten der derzeit in den Bedingungsheften vorgeschriebenen Schlagproben geschieht. Eine rationelle Probe, die darauf beruhen würde, den Bruch eines Probestabes mit nahezu konstanter Geschwindigkeit und unter Feststellung der in den verschiedenen Perioden der Probe aufgewendeten Kräfte herbeizuführen, würde ganz andere und wahrscheinlich viel empfindlichere Versuchsmethoden als die jetzt üblichen notwendig machen.

Die jetzige Versuchspraxis beruht einzig und allein auf Messung der Geschwindigkeitsänderungen des Hammers.[1]) Man kann sich daher nicht das Ziel setzen, die Geschwindigkeit vollständig konstant zu halten, sondern höchstens versuchen, daß keine um ein vielfaches von einander abweichende, sehr bedeutende Geschwindigkeitsänderungen vorkommen; das würde dazu führen, die Versuchsmethode mittels wiederholter Schlagbeanspruchung zu verlassen, bei der die zum Bruch des Probestabes aufgewendete Kraft nach der notwendigen Schlaganzahl des Hammers berechnet wird.[2]) Der durch einen einzigen Schlag des Hammers erzeugte Bruch, bei dem mit Hilfe eines Apparates die Messung der Schlagarbeit irgendwie durchführbar erscheint, wird zweifellos interessante und leicht auszulegende Ergebnisse liefern; trotzdem ist nach dem heutigen Stande unseres Wissens eine solche Auslegung noch nicht möglich; es ist unumgänglich notwendig, daß die Versuche, sofern man unter einander vergleichbare Resultate erhalten will, stets unter ganz gleichen Verhältnissen durchgeführt werden, das heißt, daß ein Hammer von bestimmtem Gewicht angewendet werde, daß die Fallhöhe stets gleich und der Probestab in Form und Abmessungen in allen Fällen vollständig identisch sei.

[1]) Es sei hier gleichwohl an die interessante Methode der Herren Perot und H. Michel-Lévy erinnert, welche bei der Versammlung der französischen und belgischen Mitglieder des Internationalen Verbandes für Materialprüfungen der Technik am 27. Februar 1904 vorgeführt wurde.

[2]) Wir sprechen hier nur von solchen Proben, bei denen der Bruch durch einige Schläge erzeugt wird, und nicht etwa von der Methode der Anwendung sehr zahlreicher, schwacher Schläge, wie sie unter anderen die Herren Stanton und Bairstow angewendet haben. Letztere entspringt einer ganz anderen Idee und bietet hervorragendes Interesse.

Digitized by Google

Proben, die unter anderen Bedingungen ausgeführt werden, sind sicherlich nicht wertlos, aber sie besitzen einen anderen Zweck als den des Vergleiches; sie können dazu dienen, die Gesetze einer mehr oder weniger rasch erfolgenden Deformation zu bestimmen und so einen Vergleich der verschiedenen derzeit üblichen Versuchsbedingungen anzustellen. Insolange aber die Bedingungen, unter denen verschiedene Schlagproben ausgeführt werden, nicht vollständig identisch sind, wird man gut daran tun, von jedem Vergleich der Ergebnisse unter einander abzusehen.

An welche Versuchsmethode soll man sich nun halten? Zug, Druck, Biegung etc.? Prinzipiell sind alle Proben von Interesse und man darf keine außer Acht lassen, wenn es sich um Studien zur Bereicherung unserer Kenntnisse über die Eigenschaften fester Körper handelt. In der Praxis jedoch muß man sich beschränken und sich für eine bestimmte Methode entscheiden, die man dann in den meisten Fällen allein zur Ausführung bringen wird. Nach dem jetzigen Stande des Versuchswesens wird man wohl nur zwischen der Zug- und Biegeprobe schwanken; in jedem der beiden Versuchsfälle hat man dann noch zu wählen zwischen Stäben, deren Querschnitt auf eine gewisse (mehr oder weniger große) Länge gleicher Form ist, oder solchen mit eingezogenem oder eingekerbtem Querschnitt. Alle andere Versuchsarten — und es sind ihrer sehr viele — haben bisher keine praktisch brauchbare Form gefunden und kommen vorläufig wenigstens nicht in Betracht.

Wir besitzen also gegenwärtig eigentlich nur vier Proben: Schlagzerreißprobe mit zylindrischem Probestab, Schlagzerreißprobe mit eingekerbtem Stab, Schlagbiegeprobe mit prismatischem und Schlagbiegeprobe mit eingekerbtem Probestabe.

Es ist nicht möglich, etwa eine oder die andere dieser Proben — für sich allein betrachtet — als wichtiger, beziehungsweise interessanter zu bezeichnen; um unter ihnen zu wählen, muß man sie einerseits mit den anderen Proben vergleichen, welchen man die Metalle vorher unterzogen hat, andererseits die Bedingungen, unter denen die Metalle zur Verwendung gelangen.

Von diesen beiden Gesichtspunkten aus scheint uns aus den seit einigen Jahren veröffentlichten zahlreichen Studien hervorzugehen, daß die langsam verlaufende Zerreißprobe, die fast allgemein an erster Stelle angewendet wird, und deren Ergebnis

Digitized by Google

sozusagen als Wertmesser eines Metalles dient, durch keine andere Probe so wirksam ergänzt worden ist, als durch die Biegeprobe mit eingekerbten Stäben. Wir werden in den folgenden Abschnitten einige Beweise, die uns diese Ansicht zu erhärten scheinen, kurz resumieren.

IV. Erhält man durch die Biegeprobe mit eingekerbten Stäben Angaben über die Eigenschaften der Metalle, welche uns die anderen Proben nicht liefern?

Zahlreiche Ergebnisse von Versuchen scheinen darauf hinzuweisen; man hat insbesondere wiederholt beobachtet, daß zwei Metallstücke, die sich bei der Zerreißprobe ganz gleich verhielten und die sich beide bei der Biegeprobe ohne Einkerbung des Probestabes ganz zusammenbiegen ließen, ohne Risse zu zeigen, bei der Kerbbiegeprobe unter sehr verschiedenen Deformationsergebnissen und unter Aufwand sehr verschiedener Brucharbeit brachen. Man könnte urteilen, daß diese mangelhafte Übereinstimmung nur eine scheinbare ist, daß man bei jeder der Proben nur eine kleine Zahl von Qualitätsgrößen ins Auge faßt und daß es nicht die gleichen sind, die man bei den verschiedenartigen Proben beobachtet. Man wird aber gleichwohl, wenn man die zu diesem Gegenstande veröffentlichten Studien genau verfolgt, finden, daß diese Nicht-Übereinstimmung, die zwischen dem Ergebnis der Kerbbiegeprobe und den bei der Zerreißprobe zumeist bestimmten Größen — Elastizitätsgrenze, Bruchfestigkeit und Dehnung — besteht, auch dann noch vorhanden ist, wenn man außerdem die proportionale Dehnung, die Dehnung infolge der Kontraktion und die Brucharbeit beobachtet. Es scheint immer mehr, daß es sich bei den zwei Proben um zwei verschiedene Bruchprozesse handelt; und diese Ansicht festigt sich, wenn man sich die Art vor Augen hält, wie sich der Bruch über die mikrographischen Elemente des Metalles ausbreitet. Schon auf dem Budapester Kongreß wies Herr Henri Le Chatelier darauf hin, daß man gewisse Ergebnisse der Kerbproben erklären könnte, wenn man annehmen wollte, daß der Bruch ein und desselben Metalles je nach den obwaltenden Umständen, entweder quer durch das netzartige Perlitgefüge oder quer durch die Ferritkörner erfolgen kann.

Diese geniale Idee des sogenannten intrazellularen (innerhalb der Zellen erfolgenden) und interzellularen (zwischen den Zellen)

Digitized by Google

erfolgenden Bruches, welche auf das genaueste bei gewissen Legierungen ihre Bestätigung fand, schien sich nicht auf den weichen Stahl (Flußeisen) anwenden zu lassen. Die Prüfung der Brüche dieses Stahles zeigt von einer Seite zur anderen sowohl intrazellulare als auch interzellulare Trennungen; die Bruchlinie verlief, wenn sie ein Ferritkorn traf, bald quer durch dieses längs einer Spaltfläche, bald um dieses herum längs einer Fuge, je nach der relativen Neigung dieser verschiedenen Linien. Wir möchten daher die nachstehende Erklärung vorschlagen: Wenn ein plastisches Metall einer allgemeinen Deformation unterzogen wird, so werden die mikrographischen Elemente gleichzeitig, jedoch nicht in gleicher Weise verändert, und zwar so lange, bis eines der Elemente die Deformationsgrenze erreicht hat und bricht. Der Bruch setzt sich sodann in das Innere des Metalles fort und folgt hiebei in jedem Falle besonderen Gesetzen. Man wird daher umso verschiedenere Ergebnisse erhalten, je nachdem die bezüglichen Deformationen der verschiedenen Elemente mehr oder weniger scharf hervortretende Unterschiede aufweisen. Beachtet man von diesem Standpunkte die verschiedenen mechanischen Proben, so wird man finden, daß bei der Zerreißprobe sich die Elemente ein und desselben Querschnittes gleichzeitig und fast gleichartig deformieren, und daß der Bruch unter, in nahezu gleicher Weise mechanisch bearbeiteten Elementen vor sich geht. Bei der Kerbbiegeprobe dagegen deformieren sich die Elemente, die am Grunde der Kerbe liegen, viel rascher als die übrigen und beginnen schon zu brechen, während die übrigen kaum verändert worden sind; der Bruch setzt sich daher mitten durch das Gebiet der nur sehr wenig mechanisch beanspruchten Elemente fort; es ist begreiflich, daß die Bruchercheinungen in diesem Falle andere sind, als jene, die dem Bruche bei der Zerreißprobe entsprechen, und daß die in beiden Fällen gemessenen Qualitätszahlen keine direkte Beziehung aufweisen. Andere Proben geben vielleicht Resultate, die zwischen den beiden besprochenen liegen; es sind noch nicht viel Studien über diesen Gegenstand gemacht worden, aber es steht außer Zweifel, daß die Zerreißprobe und die Biegeprobe mit eingekerbten Stäben einander sehr unähnlich sind.

Wenn diese Erklärung richtig ist, muß man die Aufmerksamkeit darauf richten, ob nicht die Zerreißprobe mit eingekerbten Stäben besser als die Zerreißprobe mit zylindrischen Stäben der Kerb-

Digitized by Google

biegeprobe entspricht. Die Zerreißprobe mit eingekerbten Stäben wird der letzten Periode der mit zylindrischen Stäben vorgenommenen Zerreißprobe entsprechen müssen.

Wir haben es für nützlich gehalten, einige Versuche darüber anzustellen, und haben mit dem gleichen Materiale die normalen Zerreißproben, sowie Kerbzerreiß- und Kerbbiegeproben durchgeführt.

Wir haben die Ergebnisse von vier Metallsorten — unter diesen befinden sich die bereits im zweiten Abschnitte erwähnten Metalle A und B — in der später folgenden Tabelle zusammengestellt.

Bei den Zerreißproben mit zylindrischen Stäben haben wir die Brucharbeit durch Planimetrieren der Diagrammfläche gemessen; außerdem haben wir die vom Zeitpunkt der Kontraktionsbildung aufgewendete Arbeit zu bestimmen gesucht, in der Annahme, daß dieser Zeitpunkt dem Maximum der Zerreißfestigkeit entspricht. Die letztbezeichnete Arbeitsgröße ist nach unserer Ansicht geeignet, einen Vergleich mit der Brucharbeit eingekerbter Stäbe zu bieten. Die Kerbzerreißproben wurden mit Hilfe eines Pendelhammers ausgeführt, der eine direkte Ablesung der aufgewendeten Arbeit zuließ. Die Probestäbe besaßen eine runde Einkerbung von der Form eines abgestumpften Dreiecks (Profil des Gewindeganges des internationalen Schraubensystems).

Metalle	Zerreißprobe mit zylindrischem Probestabe						Schlagprobe mit eingekerbten Probestäben	
	Elastizitätsgrenze	maximale Festigkeit	Dehnung	Kontraktion	Im ganzen aufgewendete Brucharbeit	Brucharbeit während der Kontraktionsperiode	zylindrische Stäbe	prismatische Stäbe
							Zerreißprobe	Biegeprobe
							im ganzen aufgewendete Brucharbeit	Brucharbeit pro cm²
A	30·1	42·1	32·0	67·2	179·5 kg	62 kg	84·49 kg	44·0 kg
B	30·0	44·1	32·0	65·6	185·0 „	40 „	77·57 „	2·7 „
C	32·1	45·1	31·0	67·0	192·2 „	37 „	74·04 „	20·2 „
D	36·1	53·5	25·0	51·8	180·5 „	35 „	63·18 „	18·7 „

Digitized by Google

Wie ersichtlich ist, entspricht die Brucharbeit bei den Kerbschlagproben der während der Kontraktionsbildung aufgewendeten Arbeit; erstere führt durchaus nicht zu wesentlich anderen Schlußfolgerungen, als die Zerreißprobe mit zylindrischen Stäben, deren Ergebnisse, wie im zweiten Abschnitte gezeigt wurde, nicht sehr beeinflußt werden, auch wenn man an Stelle der normalen langsam verlaufenden Zerreißprobe die Schlag-Zerreißprobe ausführt. Im Gegensatz hierzu zeigt die Kerbbiegeprobe bei den verschiedenen Metallen, insbesondere bei den Metallen A und B, einen auffallenden Unterschied in den beobachteten Resultaten, wie er sich in keiner der bei der Zerreißprobe gemessenen Größen wiederspiegelt. Man kann andererseits diese Differenz nicht einer Unregelmäßigkeit im Probevorgang zuschreiben; denn man findet sie immer wieder, wenn man mit mehreren Probestäben arbeitet, und man kann sie sogar nach Belieben erzeugen, wenn man die Metalle einer entsprechenden Wärmebehandlung unterzieht. Das Metall B zeigte bei der Prüfung grobkörniges Ferritgefüge; sobald man dieses durch Wärmebehandlung auf feines Korn umwandelte, hob man die Brucharbeit bei der Kerbbiegeprobe auf 30 bis 35 kgm; wenn man dann wieder das grobe Korn herbeiführt, so findet man wieder die kleinere Arbeitsgröße, während die Ergebnisse der Zerreißprobe trotz dieser aufeinanderfolgenden Behandlungen fast gar keine Veränderungen zeigen.

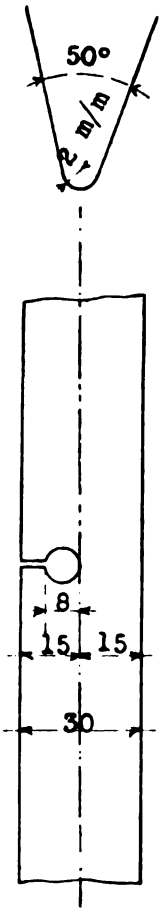
Die Wichtigkeit dieser Tatsache könnte angezweifelt werden, nicht aber die Tatsache selbst. Die Kerbbiegeprobe bringt uns Angaben über die Metalle, die uns die bisher üblichen Proben nicht geoffenbart haben; es wird also zweckmäßig sein, diese Probe nicht zu vernachlässigen.

V. Gibt es eine Beziehung zwischen den Versuchsergebnissen mit eingekerbten Stäben und dem Verhalten der erprobten Metalle im Gebrauche?

Die Beantwortung dieser Frage ist von höchster Wichtigkeit, wenn es sich um praktische Entscheidungen handelt. Wie bereits wiederholt bemerkt wurde, haben alle bisher nicht vollständig aufgeklärten Erprobungsarten, zu denen man oft seine Zuflucht nimmt — und unter ihnen die Schlagproben in ihren verschiedenen Formen — den Zweck, plötzliche Brüche von beanspruchten Konstruktionsteilen zu verhüten; es hätte daher hohes Interesse,

Digitized by Google

eine genaue Beziehung zwischen plötzlichen, genau festgestellten und in allen ihren Einzelnheiten bekannten Brüchen und den bei den verschiedenen Proben — insbesondere bei der Probe mit eingekerbten Stäben — erhaltenen Ergebnissen herzustellen. Um rasch eine diesbezügliche Aufklärung zu erhalten, dürfte der Vorschlag des Herrn Simonot am leichtesten durchführbar erscheinen, dahingehend, einerseits eine Anzahl Loboratorien zu erwählen, die die Aufgabe hätten, Versuche durchzuführen, andererseits alle Ingenieure oder Konstrukteure, die einen anormalen Bruch zu beobachten Gelegenheit hätten, zu bitten, die gebrochenen Teile, unter Bekanntgabe aller auf die Herstellung und die Art der Beanspruchung im Dienste bezüglichen Daten, diesen Laboratorien zu übersenden.



Wenn man das Ergebnis dieser Arbeit abwarten würde, hätte man wenn auch nicht ganz genaue, so doch wie die folgenden Beispiele zeigen, nicht wertlose Angaben. So wurden vor allen anderen bezüglich der Schiffswellen verschiedene Beobachtungen gemacht, aus denen hervorging, daß plötzliche Brüche seltener werden, wenn Metalle zur Anwendung gelangen, deren Kerbbiegeproben gute Ergebnisse liefern. Zu dieser Schlußfolgerung ist Herr Pierrard, der Chef-Ingenieur der „Constructions Navales“ Belgiens, gekommen. In der französischen Marine, die seit 1893 für Maschinenteile, sowie insbesondere für Schiffswellen, Proben mit eingekerbten Stäben zur Anwendung bringen, scheint man, obgleich diesbezüglich nichts veröffentlicht wurde, mit den Ergebnissen sehr zufrieden gewesen zu sein, denn diese Art der Erprobung wurde allgemein eingeführt. Bei den neuesten Vergebungen von Schiffswellen sind in den Lieferungsbedingnissen bereits tatsächlich Kerbschlagproben auf Biegung von der Art, wie wir sie auf dem Budapester Kongreß vorgeschlagen haben, aufgenommen[1]).

[1]) Auszug aus dem Bedingnisheft der französischen Marine für gerade Lagerwellen aus Flußeisen, bestimmt für das Panzerschiff „Waldeck-Rousseau“:

Schlagprobe: Man nimmt aus jedem Teile der Welle 5 Probestäbe von gleicher Art wie jene für die Zerreißprobe.

Digitized by Google

Wir haben sehr deutlich sprechende Ergebnisse im Hüttenwerke von St. Jaques, zu Montluçon, für das Gestänge der Dampfhämmer erhalten. Diese Teile wurden bis zum Jahre 1901 aus Flußeisen ausgeglüht, hergestellt und unterlagen häufig Brüchen. Seit 1901 wurden diese Teile einer thermischen Behandlung nach der Richtung hin unterzogen, die spezifische Schlagarbeit zu vergrößern; die Eigenschaften eines jeden Teiles wurden, bevor sie an ihren Platz gebracht wurden, mittels Kerbschlagproben festgestellt. Durch diese Maßnahmen hat sich die Dauerhaftigkeit des Hammergestänges bedeutend erhöht. Es seien hier besonders die Ergebnisse zweier Dampfhämmer, einer von 8 t, der andere von 10 t, hervorgehoben, die zur Erzeugung von Radreifen für Eisenbahnzwecke dienten und infolgedessen sehr gleichmäßige Arbeit verrichteten. Vor Änderung der Herstellungsweise wurden für den Hammer von 8 t innerhalb 6 Jahren 29 Auswechslungen des Hammerschaftes notwendig. Jeder Schaft hatte also eine mittlere Lebensdauer von weinger als 3 Monaten; der in der vorerwähnten Weise zum Zwecke der Erhöhung der spezifischen Schlagarbeit behandelte Hammerschaft stand 6 Jahre ununterbrochen in Tätigkeit, ohne zu brechen. Für den Hammer von 10 t waren vor Änderung der Herstellungsweise 12 Auswechslungen notwendig; die Lebensdauer betrug also im Mittel 6 Monate; nach Erhöhung der spezifischen Schlag-

---

Die Schlagproben werden mit dreien dieser Stäbe nach der Charpyschen Methode bei 120 mm Entfernung der Auflagerschneiden vorgenommen.

Die Stäbe müssen einen Querschnitt von 30 mm und eine Länge von 160 mm besitzen.

Die Kerbe ist in der Stabmitte anzubringen und besteht aus einem Bohrloch von 8 mm Durchmesser tangentiell zur Stabachse und mit dem Stabrande durch einen Sägeschnitt vereinigt; der restliche Stabquerschnitt ist also gleich der Hälfte des ganzen Querschnittes des Probestabes. Das Loch wird mit dem Bohrer vorgebohrt und mit der Reibahle vollendet.

Der Hammerbär von 18 kg Gewicht, fällt in der Achsrichtung des Sägeschnittes; die Schlagfläche des Hammers bildet einen Winkel von 50°, dessen Spitze durch einen Bogen von 2 mm Durchmesser abgerundet ist. Die Schlaghöhe ist konstant 1 m.

Die als entsprechend befundenen Probestäbe müssen mindestens 5 Hammerschläge ertragen, ohne zu brechen; nach dem fünften Schlag müssen sie mindestens auf 147° abgebogen sein, was einem mittleren Biegungswinkel pro Schlag von $\frac{180 - 147}{5} = 6^0\ 30'$ entspricht.

Digitized by Google

arbeit des Schaftmateriales ereigneten sich nur 2 Brüche innerhalb 6 Jahren; die Lebensdauer betrug also im Mittel 3 Jahre.

Unter den Hüttenwerksprodukten, die für interessante Vergleiche besonders geeignet erscheinen, sind vor allen die Panzerplatten zu nennen. Die französische Marine verwendet seit mehreren Jahren zur Feststellung der Eigenschaften der Panzerplatten Kerbbiegeproben und Herr de Maupeou d'Ableiges, der durch viele Jahre Präsident der Übernahmskommission für Panzerplatten war, hat auf dem Brüsseler Kongreß erklärt, daß nach seinen Erfahrungen die Proben mit eingekerbten Stäben ein sehr guter Wegweiser sind, um bei der Herstellung der Platten die schlechte Eigenschaft der Brüchigkeit zu vermeiden, wie dies aus den Beschießungsproben hervorgehe. Gleichwohl haben in einem dem Brüsseler Kongreß vorgelegten Berichte die Herren Snyders und Hackstroh, Offiziere des Geniestabes der holländischen Armee, Versuche beschrieben, auf Grund derer sie im Gegensatz zu den Ergebnissen der spezifischen Schlagarbeitsprobe schlossen, daß Panzerplatten aus Stahlguß, die bei der Probe mit eingekerbten Stäben schlechte Resultate ergeben hatten, sich bei der Schießprobe als nicht brüchig gezeigt haben.

Der Gegensatz zwischen diesen beiden Meinungen scheint uns nur ein scheinbarer zu sein; er scheint in einer durch die falsche Anwendung des Wortes „Brüchigkeit" entstandenen Verwechslung zu liegen, so wie wir dies schon im ersten Abschnitt dieses Berichtes besprochen haben. Daraus, daß ein Konstruktionsteil aus einem Metall hergestellt ist, das bei Erprobung mittels eingekerbter Stäbe eine nur geringe Brucharbeit aufweist, darf man nicht schon schließen, daß er bei irgend einer anderen Art der Erprobung brechen wird; das hieße dieser Probe einen absoluten Wert beilegen, den sie in keiner Weise besitzen kann. Die Probe mit eingekerbten Stäben kann ebenso wie alle anderen mechanischen Proben nur einen relativen (Vergleichs-) Wert zwischen zwei Stücken geben. Um sagen zu können, daß zwischen der Kerbschlagprobe und der Schießprobe von Panzerplatten eine Beziehung besteht, genügt es, daß sich jene von zwei Platten derselben Form, der gleichen Abmessung und von ganz gleicher Härte, die sich als die brüchigere beim Schießversuch gezeigt hat, auch als von geringerer spezifischer Schlagarbeit erweist. Der Bericht der Herren Snyders und Hackstroh enthält keine Versuchsproben, die nach dieser Richtung ein negatives Resultat ergeben hätten; wir glauben im

Digitized by Google

Gegenteil, daß man viele Proben mit in dieser Beziehung positiven Ergebnissen anführen könnte; wir selbst haben solche zu mehreren Malen erhalten.

Die wenigen angeführten Daten sind nur beispielsweise herausgehoben. Wir hoffen, daß im Laufe der Diskussion eine Reihe bestimmter Tatsachen vorgeführt werden könne; es wird jedenfalls Gelegenheit geboten sein, zu beschließen, daß die Beobachtungen der genannten Art in vielfacher Form gemacht und in genauester Weise klassifiziert werden mögen; der Internationale Verband für Materialprüfungen der Technik könnte, wie dies schon Herr Simonot in seiner von uns erwähnten Arbeit[1]) vorgeschlagen hat, die Sammlung dieser Dokumente erleichtern. Denn nur nach Prüfung und Beurteilung einer großen Anzahl solcher Dokumente wird man entscheiden können, und zwar nicht etwa darüber, ob die Vornahme von Kerbbiegeproben, sondern in welchen Fällen sie zweckmäßig ist.

Schlußfolgerungen.

Die mechanischen Güteproben der Metalle enthalten eine große Zahl wissenschaftlicher und technischer Probleme, deren Lösung noch in weiter Ferne ist; für die industriell-praktische Benützung genügt es jedoch, die Proben vom Standpunkt als für die Identifizierung und Einteilung der Metalle dienender Prozesse zu

---

[1]) Simonot. Bemerkungen zur Frage der Prüfung metallischer Konstruktionsteile. — Bulletin de la Société de l'Industrie Minérale, 1. Lieferung, 1907.

Um wie viel fruchtbarer würden die Erörterungen über solche Dinge und um wie viel klarer würde die Frage der verschiedenen Versuchsmethoden, im besonderen jener mit eingekerbten Stäben, wenn dieselben auf die diversen Teile aus verschiedenen Metallen — hinsichtlich Zusammensetzung oder Herstellung oder Wärmebehandlung — angewendet würden, wenn man diese Teile in einer Probestation in Benützung nähme, nachdem man ihnen ein Zeugnis über die bei den Proben erhaltenen Resultate mitgegeben hat! Der Vergleich der Probe- mit den Benützungsergebnissen wäre dann ein überzeugender!

Es fehlt nicht an bedeutenden Fabriken, z. B. Automobilfabriken, wo Massenartikel zahlreich zur Anwendung kommen und wo Proben der erwähnten Weise ohne besondere Erhöhung der Betriebsauslagen ausgeführt werden können.

Könnte nicht der Internationale Verband, der nicht in der Lage war, sich selbst ein spezielles Laboratorium für solche Zwecke zu schaffen, einige Laboratorien, gut eingerichtete Fabriksunternehmungen einladen, Proben solcher Art anzustellen, indem er selbst bereit wäre, in einzelnen Fällen eine Entschädigung zu leisten.

Digitized by Google

betrachten. Von diesem Standpunkte aus darf keine der vielen Proben, die sich erdenken lassen, als ohne Interesse bezeichnet werden; da sich aber nicht alle Proben laufend benützen lassen, ist es notwendig, sie in Gruppen, die analoge Ergebnisse liefern, zusammenzufassen, derart, daß man sich praktischerweise mit der Durchführung einer Probe jeder Gruppe begnügen kann. Die Zerreißproben und die Kerbbiegeproben gehören zweifellos verschiedenen Gruppen an; die letzteren werden in Beziehung zu den ersteren stets eine Ergänzung interessanter Auskünfte bieten, die in gewissen Fällen nützlich oder sogar notwendig sein kann; es ist daher wichtig, sie in der Praxis anzuwenden und sie einerseits mit den anderen Versuchsmethoden, anderseits mit den charakteristischen Eigenschaften zu vergleichen, die sich in der industriellen Verwendung der aus den erprobten Metallen hergestellten Teile zeigen. Deshalb ist es notwendig, mit einer solchen ganz bestimmten Versuchsmethode arbeiten zu können, die in allen Fällen Resultate liefert, die untereinander mit Sicherheit vergleichbar sind.

Wir schlagen daher dem Kongreß vor, daß er eine Versuchsmethode — ohne daß er die Art derselben festsetze — als Type erkläre, die als Vergleichsbasis zu empfehlen wäre; als Ausgangspunkt für die Diskussion könnten die Berichte von Martens, Stribeck, Lasche und Ehrensberger dienen.

In zweiter Linie schlagen wir vor, daß der Kongreß behufs Feststellung der Umstände, unter welchen die Kerbschlagbiegeprobe Anwendung finden solle, an alle Ingenieure und Konstrukteure appelliere, entweder eigene Beobachtungen mitzuteilen oder Stücke, die zu interessanten Beobachtungen Gelegenheit geben, gut eingerichteten Laboratorien zu übermitteln, und daß der Kongreß ferner eine Kommission ernenne, um alle Ergebnisse, die auf diesem Wege erhalten wurden, zu vereinigen und aus ihnen jene Folgerungen zu ziehen, die dem nächsten Kongreß zur Beschlußfassung vorgelegt werden könnten.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

III 2

ÜBER SCHLAGBIEGEPROBEN AN EINGEKERBTEN STÄBEN.

Von Prof. **F. Schüle,** unter Mitwirkung von **Ed. Brunner** in Zürich.

1. Das Fallwerk. Der einfachste Apparat zur Ausführung der Schlagbiegeproben ist das Fallwerk; der beanspruchte Platz ist gering, die Lagerung der Probestäbe ist sicher, das Bärgewicht läßt sich sowie die Fallhöhe nach Belieben ändern. Wenn im allgemeinen dem Pendelhammer der Vorzug gegeben wurde, so ist dies auf den Umstand zurückzuführen, daß die durch den Bruch des Probekörpers verzehrte Arbeit sich aus der Differenz der Höhe des Hammers vor und nach dem Bruch unmittelbar bestimmen läßt. Die verzehrte Arbeit ist beim Fallwerk nach Vorschlag von Frémont durch die Einsenkung einer nach erfolgtem Bruch des Probekörpers durch den Bär getroffenen zylindrischen Schraubenfeder zuerst ermittelt worden; dieses Verfahren ist jedoch nicht genau, denn die Feder tritt durch den Stoß in Schwingungen ein, welche sich längs seiner Höhe so fortpflanzen, daß eine scharfe Einbiegung der Feder nicht bestimmt werden kann. Die verzehrte Arbeit könnte auch durch das Zusammendrücken von crushers ermittelt werden. Am besten hat sich die von Amsler an seinem Schlagwerk angebrachte Vorrichtung bewährt, welche beim Fall unmittelbar vor und nach dem Bruch des Probekörpers mittelst Diagramms die Fallgeschwindigkeit und daraus die beim Bruch verzehrte Fallarbeit angibt.

Die Anordnung des Fallwerkes geht aus Abb. 1 hervor, welche das von Amsler für die eidg. Materialprüfungsanstalt im Jahre 1904 gelieferte Fallwerk darstellt. Das Fallwerk ruht auf

Digitized by Google

einer gußeisernen Platte von 90 cm auf 1 m, die Führung besteht aus zwei Eisenbahnschienen und ist bezüglich Höhe den Raumverhältnissen angepaßt, im vorliegenden Falle kann die Fallhöhe bis 4 m betragen; ein seitlich gespanntes regulierbares Band mit Zentimetereinteilung gestattet die unmittelbare Ablesung der Fallhöhe bei jeder Höhenlage des Probekörpers. Der Bär läßt sich ersetzen durch Wegnahme eines beweglichen Stückes der Seitenführungen; sein Gewicht kann je nach den Proben 5, 10, 20, 50 oder 100 kg betragen. Das Fallwerk gestattet auch die Ausführung von Schlagzerreißproben; hier sollen jedoch nur die Schlag - Biegeproben besprochen werden.

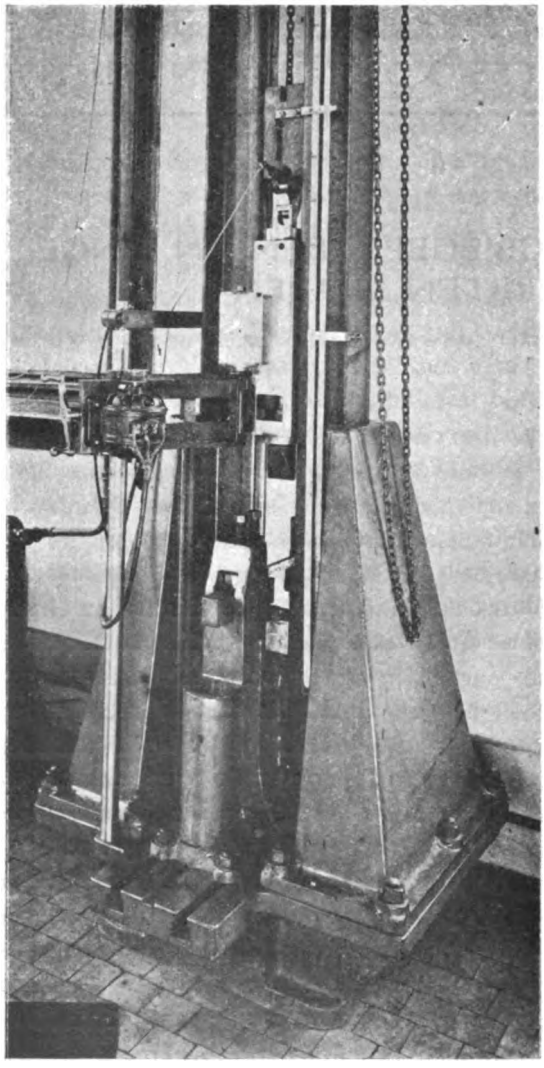


Abb. 1.

Das Diagramm wird von einem am Fallbären angebrachten Stift auf einen mit Papier versehenen, sich drehenden Zylinder gezeichnet; diese Trommel ist in seiner Höhe und seitlichen Lage verstellbar, so daß der Stift beim Stoß des Bären auf den Probekörper nahezu in Mitte der Höhe des Papierstreifens steht. Die Umdrehungszahl

Digitized by Google

des Zylinders beträgt zirka 1400 und wird durch einen Elektromotor von $^1/_{16}$ PS. erreicht.

Ist $A\,B\,C$ das Diagramm, Abb. 2, in welchem $A\,B$ vor dem Bruch $B\,B'\,C$ während und nach dem Bruch des Probestabes gezeichnet wurde, so sind die Tangenten der Winkel β und β' den Geschwindigkeiten proportional; ist h die Fallhöhe vor dem Bruch in B, h' die reduzierte Fallhöhe nach dem Bruch, so kann die durch den Bruch verzehrte lebendige Kraft A geschrieben werden, wenn P das Bärgewicht

$$A = P \,.\, h \left(1 - \frac{tg^2\,\beta'}{tg^2\,\beta}\right)$$

Als Probestäbe werden in der eidg. Materialprüfungsanstalt solche von 16 cm Länge, 2 cm Höhe und die Blechdicke als Breite angewendet, bei 12 cm Stützweite beim Versuch. Die Einkerbung in Stabmitte ist 5 mm tief und nach einem Halbkreis von 4 mm abgerundet; ist c die Breite des Probestabes und d die Höhe oberhalb der Einkerbung (1·5 cm), so ist die spezifische Schlagarbeit $a = \frac{A}{c\,d}$ in kgm/cm².

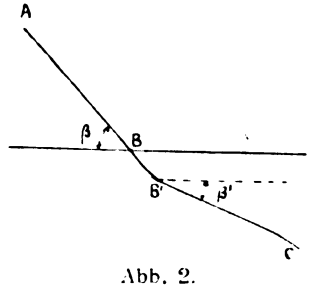


Abb. 2.

Dasselbe Fallwerk gestattet mit den verschiedenen Bärgewichten Schlagarbeiten von 1 bis 400 kgm anzuwenden; die in Deutschland gebräuchlichen Pendelhämmer, System Charpy, bestehen aus drei Typen mit einer Maximalschlagarbeit von 250, 75 und 10 mkg; statt der beanspruchten Bodenfläche von 0·9 auf 1 m beim Amslerschen Fallwerk erfordern diese drei Pendelhämmer eine Bodenfläche von 5·0 m auf 1·7 m, 4·25 auf 1·55 m und 0·85 à 0·5 m.

2. Die Verwertung der Schlagarbeit. Die beim Bruch aufgewendete Schlagarbeit wird, durch den Querschnitt des Probestabes an der Einkerbungsstelle dividiert, als spezifische Schlagarbeit auf 1 cm² als Ergebnis des Versuches eingetragen; ein solches Vorgehen läßt sich wissenschaftlich nicht begründen und hat sich wohl nur darum eingebürgert, weil die Vorgänge beim Kerbschlagversuch so verwickelter Natur sind, daß eine rationellere Verwertung der Gesamtschlagarbeit bisher nicht möglich war.

Digitized by Google

Die Schlagarbeit wird teilweise durch die elastische Deformation, teilweise durch die bleibende Deformation und den Bruch des Probestabes aufgezehrt; erstere läßt sich nachträglich nicht ermitteln; letztere hingegen wird ein bestimmtes Volumen des Materials des Probestabes in der Nähe der Einkerbung bis oberhalb der Streckgrenze beanspruchen; werden die Seitenflächen des Probestabes poliert, wie dies zur Verfolgung der Art der Inanspruchnahme bei Probestäben immer häufiger geschieht, so entsteht durch die Schlagbiegeprobe eine Verschleierung der polierten Flächen im ganzen Umfange der über Streckgrenze beanspruchten Volumen. In der eidg. Materialprüfungsanstalt sind nun an Probestäben von 2 cm Höhe, 1·5 cm Breite, entnommen aus demselben Flußeisenstab, Kerbschlagbiegeproben ausgeführt worden zum Zwecke der Bestimmung des Volumens des bis zur Streckgrenze beanspruchten Materials, außerdem zum Zwecke eines Vergleiches der Wirkung der Tiefe der Einkerbung mit halbrunder Kehle von 4 mm Durchmesser und mit scharfem Einschnitt von 45°. Es sind jeweilen zwei Probestäbe mit gleicher Einkerbung untersucht worden.

Neben der üblichen Berechnung der Schlagarbeit in kgm/cm² des Querschnittes an der eingekerbten Stelle wurde die Schlagarbeit in kgm/cm³ des über die Streckgrenze beanspruchten Materials ermittelt. Nachfolgende Tabelle gibt die Resultate dieser Versuche mit abgerundeter Einkerbung an:

Nummer der Probestäbe:	1	2	3	4	5	6	7	
Tiefe der Einkerbung . . .	0·4	0·5	0·59	0·69	0·80	0·9	0·98	cm
Querschnitt an der Einkerbungsstelle	2·40	2·25	2·11	1·96	1·80	1·65	1·53	cm²
Schlagarbeit pro Flächeneinheit	32·0	28·1	13·0	20·6	20·1	19·4	11·2	kgm/cm²
	33·3	26·1	26·9	24·0	18·4	14·6	14·1	kgm/cm²
Volumen des über Streckgrenze beanspruchten Materials	10·02	7·98	5·02	4·50	4·06	3·57	2·98	cm³
	9·96	7·68	6·87	4·89	4·32	3·60	2·92	cm³
Schlagarbeit pro Volumeneinheit	7·65	7·96	5·46	8·95	8·94	8·99	5·76	kgm/cm³
	7·95	7·64	8·34	9·61	7·66	6·69	7·38	kgm/cm³

Die Umgrenzung des über die Streckgrenze beanspruchten Materials geht aus der Abb. 3 für die verschiedenen Stäbe einer Serie hervor; für die Stäbe mit 4 und 5 mm tiefen Einkerbungen

Digitized by Google

hat das beanspruchte Volumen die ganze Höhe des Probestabes; für Einkerbungen von 6 bis 10 mm Tiefe ist der untere Teil des Probestabes bleibend unbeansprucht.

Aus der Zusammenstellung geht hervor, daß mit Zunahme der Einkerbungstiefe die Schlagarbeit, bezogen auf den Bruchquerschnitt, wesentlich abnimmt, jedoch bezogen auf das oberhalb Streckgrenze beanspruchte Volumen nahezu konstant bleibt, wenn

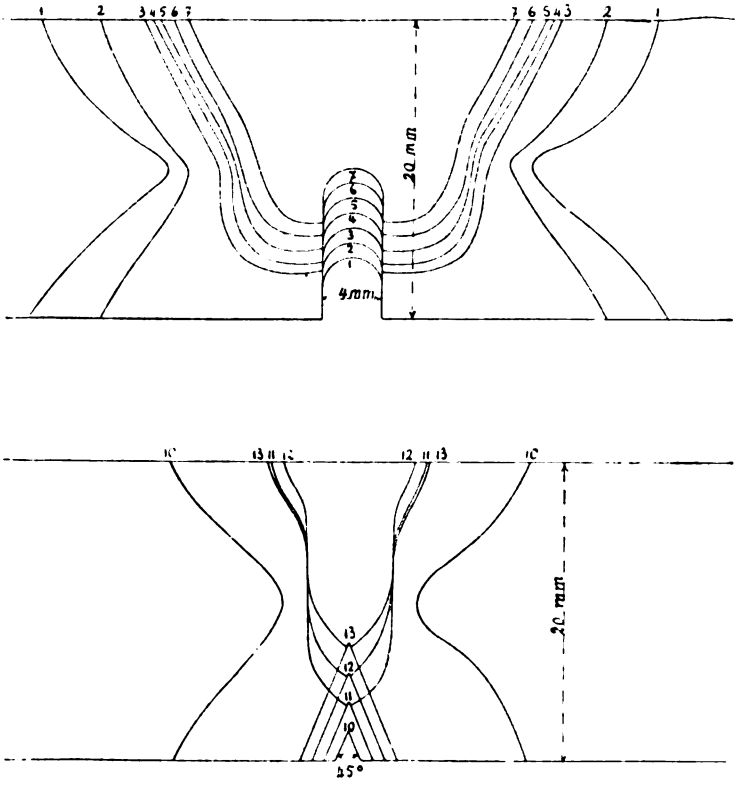


Abb. 3.

von den unvermeidlichen Unregelmäßigkeiten in der Materialbeschaffenheit von Probestab zu Probestab abgesehen wird.

Mit demselben Flußeisen wurde der Einfluß der Tiefe der scharfen Einkerbung ebenfalls verfolgt; die Einkerbung bildete einen Winkel von 45°; die seitlichen Flächen der Probestäbe wurden ebenfalls poliert, um die Umgrenzung der oberhalb Streckgrenze beanspruchten Materialvolumen festzustellen. Die Resultate

Digitized by Google

der an je zwei gleichen Probestäben ausgeführten Versuche sind nachfolgend wiedergegeben:

Nummer der Probestäbe mit scharfer Einkerbung	10	11	12	13	
Tiefe der Einkerbung	0·2	0·4	0·6	0·8	cm
Querschnitt an der Einkerbungsstelle	2·70	2·40	2·10	1·80	cm²
Schlagarbeit pro Flächeneinheit	3·88	1·30	1·19	1·30	kgm/cm²
	5·54	2·83	1·35	1·12	kgm/cm²
Volumen des über die Streckgrenze beanspruchten Materials	5·04	1·50	1·19	1·16	cm³
	5·40	2·97	1·19	1·20	cm³
Schlagarbeit pro Volumeneinheit	2·08	2·08	2·10	2·02	kgm/cm³
	2·76	2·28	2·39	1·68	kgm/cm³

In Abb. 3 sind die Umgrenzungen des über Streckgrenze beanspruchten Volumens veranschaulicht; das Volumen wurde durch Planimetrieren der nicht deformierten Seite ermittelt. Auch hier zeigen die bei verschiedenen Einkerbungstiefen berechneten Schlagarbeiten, auf den cm² Querschnitt an der Einkerbungsstelle bezogen, ganz bedeutende Unterschiede; bezogen auf das cm³ des über Streckgrenze beanspruchten Volumens sind die Schlagarbeiten viel gleichmäßiger, bei einer Serie Probestäbe sind sie sogar constant; die andere Serie weist hingegen Unterschiede auf, die wohl auf das Material zurückzuführen sind.

Als Mittelwert der Schlagarbeit pro Volumeneinheit des über Streckgrenze beanspruchten Materials ergibt sich:

mit halbkreisförmigen Einkerbungen . . . . 7·78 kgm/cm³
mit scharfen Einkerbungen . . . . . 2·17 kgm/cm³

Der Einfluß der Form der Einkerbung geht aus dem Verhältnis dieser Zahl hervor, welches 3·6 beträgt.

Schlußfolgerung: Durch die Aufnahme des über Streckgrenze beanspruchten Volumens eines an beiden Seitenflächen polierter Probestabes und Berechnung der Schlagarbeit auf die Einheit dieses Volumens, läßt sich der Einfluß der Einkerbungstiefe ausschalten und der Einfluß der Kerbform auf die Brüchigkeit des Materials feststellen.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

III 3

DIE DEFINITION DER SPEZIFISCHEN SCHLAGARBEIT BEI SCHLAGVERSUCHEN.

Von **Louis Révillon**, Paris.

Übersetzung aus dem Französischen.

Die folgenden Versuche wurden angestellt, um zu untersuchen, in welcher Weise man die Definition der spezifischen Schlagarbeit im engeren Sinne, sowie der spezifischen Brucharbeit auffassen und wie man sie auch auf andere als die streng definierten Probestäbe und Apparate anwenden kann.

Sobald man die Zahl der bei einem Versuche erhaltenen Kilogrammeter auf den Quadratzentimeter des Querschnittes bezieht, hat man auch die Möglichkeit, zwei Versuche zu vergleichen, die mit Probestäben verschiedener Größe gemacht sind.

Welche Beziehung kann zwischen den mit verschiedenen Probestäben erhaltenen Werten bestehen?

Wie sich bei allen Versuchen gezeigt hat, ist es, um übereinstimmende Resultate zu erzielen, unerläßlich, die Probestäbe, mit welchen man arbeitet, genau zu definieren; bei den vorliegenden Versuchen wurde deshalb stets von derselben Type ausgegangen, und nur deren Dimensionen nach einem bestimmten Verhältnis vergrößert oder verkleinert. Die so erhaltenen Probestäbe werden als homolog bezeichnet.

Der verwendete Apparat ist ein Guillerysches Schlagwerk, bei welchem die lebendige Kraft des Schlages bestimmt wird durch die Abnahme der Geschwindigkeit eines Schwungrades, welches die zum Zerbrechen der Probestäbe dienende Schneide trägt. Man kann Probestäbe, die höher als 12 mm oder länger als 75 mm sind,

Digitized by Google

nicht mehr brechen, was das Gebiet unserer Versuche auf die größte verfügbare lebendige Kraft von 60 kgm begrenzt hat. Um die Entfernung der Auflager zu ändern, genügt es, ein bewegliches Unterlagstück auszuwechseln, welches an dem Support für den Probestab angebracht ist und sich im Augenblick des Schlages vorwärts bewegt. Dieses Unterlagstück, welches wir „Amboß" nennen, wurde ausgewechselt und außer einem solchen mit 40 mm Abstand der Auflager, — das gewöhnlich dazu dient, um Probestäbe von 10 × 10 × 60 (Type Mesnager) zu brechen, — drei andere verwendet im Abstand von 34, resp. 28 und 22 mm der Auflager.

Die Probestäbe wurden, den obigen Bedingungen entsprechend, nach den folgenden drei Typen hergestellt: 10 × 10 mm Querschnitt mit Rundkerbe von 2 mm Breite und 2 mm Tiefe, ferner von 10 × 12 mm Querschnitt, ebenfalls mit Rundkerbe von 2·4 mm, und solche von 8 × 8 mm Querschnitt mit Kerbe von 1·6 mm. Die Längen sind verschieden und in der zum Schlusse gegebenen Tabelle der Versuchsergebnisse angeführt.

Für alle Versuche ist Stahl aus der gleichen Schmelzung (Charge) verwendet, der uns in langen Stangen von 20 mm Durchmesser geliefert wurde. Die Probestäbe wurden durch Hobeln kalt herausgeschnitten und sodann auf 850° erhitzt und in der Luft abgekühlt, um Ungleichmäßigkeiten auszugleichen.

Die Analyse des verwendeten Stahles ergab:

Kohlenstoff	0·245
Silizium	0·20
Mangan	0·51
Schwefel	0·048
Phosphor	0·068

Aus den Versuchen (Tafel 1) kann man ohne weiteres verschiedene Schlüsse ziehen:

1. Die Länge des Probestabes ist ohne Einfluß auf das Versuchsergebnis, was von vorneherein einleuchtend ist, da der vorstehende Teil außerhalb der Auflager liegt und daher keinen Einfluß auf die Festigkeit hat.

2. Wenn man die Breite des Ambosses, das heißt die Entfernung der Auflager verringert, so wird bei Probestäben gleichen Querschnittes die Bruttoziffer des Versuches und folglich auch die Schlagfestigkeit vergrößert. (S. Tabelle II.)

Digitized by Google

Tabelle I.

Zusammenstellung der Versuche nach den Längen der Probestäbe.

Querschnitt	Auflagerentfernung	Länge	Schlagarbeit in kgm	Mittelwert	Einheitswert
12 × 12	40 mm	72	30, 31, 26	29	25·3
			30, 31, 30	30	26
		60	30, 30, 30	30	26
			25, 29	27	24·25
		48	30, 28, 29	29	25·2
	34 „	60	55, 59·5, 59·5	58	50·4
		48	50, 48, 55	51	44
10 × 10	40 „	70	17, 16, 19	17·3	21·6
		60	16, 19, 17	17·3	21·6
		50	16, 15·5, 15·5	15·7	19·6
	34 „	60	20, 20·5, 21·5	20·7	25·9
		50	19, 18·5, 19·5	19	23·75
		40	19, 26, 21	22	27·5
	28 „	60	31, 31, 33	31·6	39·5
		50	34, 30, 36	33·3	41·6
		40	30, 32, 27	29·7	37·1
8 × 8	40 „	60	10, 10, 10	10	19·6
		48	10, 10, 8, 9	9·25	18
	34 „	48	9, 10, 9	9·3	18·1
		40	9, 9, 9	9	17·6
	28 „	48	14, 11, 14,5	13	25·4
		40	12, 11·5, 13	12·1	23·5
		32	12, 11·5, 13	12·1	23·5

Tabelle II.

Vergleich der Versuche bei gleicher Auflagerentfernung.

Auflagerentfernung	Dimensionen der Probestäbe	Lange Probestäbe	Mittellange Probestäbe	Kurze Probestäbe	Mittelwerte
40	12 × 12	25·6	25·1	25·2	25·5
	10 × 10	21·6	21·6	19·6	21
	8 × 8	19·6	18	19·6	18·8
34	12 × 12	58	51	19·6	54·5
	10 × 10	25·9	23·75	27·5	25·7
	8 × 8	18·1	17·6	27·5	17·9
28	10 × 10	39·5	41·6	37·1	39·4
	8 × 8	25·4	23·5	23·5	24·1

Digitized by Google

3. Selbst wenn man vollkommen ähnliche Probestäbe verwendet und ihre Dimensionen in einem bestimmten Verhältnis vergrößert oder verkleinert, erhält man durch Reduzieren auf die Einheit des Querschnittes in der Kerbe keine vergleichbaren Ziffern, wenn man die Probestäbe auf demselben Amboß (mit derselben Auflagerentfernung) bricht.

4. Die Resultate werden jedoch vergleichbar — die kleinen Abweichungen, die zwischen ihnen bestehen, kann man auf Rechnung der Versuchsfehler setzen, — wenn man, gleichzeitig mit der Änderung der Dimensionen der Stäbe, im gleichen Verhältnis auch die Entfernung der Auflager des Ambosses ändert.

Wenn man die obigen Experimente reihenweise zusammenstellt, zeigt sich eine Übereinstimmung zwischen den Einheitswerten des Schlagversuches, wie aus Tabelle III ohne weitere Erklärung hervorgeht.

Tabelle III.

Reihenweise Zusammenstellung nach proportional dimensionierten Probestäben.

Reihe	Dimensionen der Probestäbe	Auflager-entfernung	Erhaltene Werte	Mittelwert bezogen auf 1 cm²
A	12 × 12 × 72	40	30, 30, 31	26
	10 × 10 × 60	34	20, 20·5, 21·5	25·6
	8 × 8 × 48	28	11, 14·5, 14	25·4
B	12 × 12 × 60	40	25, 29	24·3
	10 × 10 × 50	34	18·5, 19·5	23·8
	8 × 8 × 40	28	12, 11·5, 13	23·5
C	12 × 12 × 48	40	30, 28, 29	25·2
	10 × 10 × 40	34	19, 26, 21	25
	8 × 8 × 32	28	12, 11·5, 13	23·5
D	12 × 12 × 72	34	plus de 60 kgm	
	10 × 10 × 60	28	31, 31, 33	39·5
	8 × 8 × 48	22	21, 21, 20 5	41
E	12 × 12 × 60	34	55, 59·5 59·5	50·4
	10 × 10 × 50	28	34, 30, 36	41·6
	8 × 8 × 40	22	19, 29, 25·5	47·8
F	12 × 12 × 48	34	50, 48, 55	44·3
	10 × 10 × 40	28	30, 32, 27	37·1
	8 × 8 × 32	22	13·5 15·5, 17	29·9

Digitized by Google

Eine zweite Versuchsreihe wurde mit gewöhnlichem mittelharten Stahl gemacht, der folgende Zusammensetzung hatte:

Kohlenstoff	0·385
Mangan	0·39
Silizium	0·27
Phosphor	0·08
Schwefel	0·08

Die Probestäbe, die genau so wie im vorhergehenden Falle bearbeitet waren, nämlich mit der Hobelmaschine kalt herausgeschnitten und eingekerbt, wurden gleichzeitig auf eine Temperatur von 800° erhitzt. Die Schlüsse sind weniger präzis wie im ersten Fall, was aber an den Ungenauigkeiten des Apparates liegt. Im Falle Probestäbe von großer spezifischer Schlagarbeit verwendet werden wird der durch den Apparat hervorgerufene kleine Fehler die Resultate nicht nennenswert beeinträchtigen, während im vorliegenden Falle bei einer Schlagarbeit von nur 6 kgm ein relativer Fehler von 2 kgm das Resultat um 33% beeinflußt und den Zifferwert vollständig verändert.

Schlußfolgerungen.

Die erwähnten Versuche scheinen zu beweisen, das man beim Schlagversuch die mit ungleich großen Probestäben erhaltenen Resultate vergleichen kann, indem man die erhaltene Ziffer auf die Einheit des nicht gekerbten Querschnittes zurückführt, unter der Bedingung, daß man immer mit Probestäben von einer und derselben Type arbeitet, die im gleichen Verhältnis vergrößert oder verkleinert werden und daß man auch die Auflagerentfernung im selben Verhältnis verändert.

Wenn diese ersten Erfahrungen sich bestätigen würden, dann würde es genügen, einen Normalprobestab anzunehmen und in allen Fällen beziehungsweise für alle Schlagapparate die Dimensionen dieses Normalstabes und seiner Auflager in einem bestimmten Verhältnis zu verändern, um auf die Vereinheitlichung der Methode für Schlagversuche zu kommen, das einzige Mittel, um das gegenwärtig herrschende Widerstreben gegen die Einführung derselben zu überwinden.

Es wäre sehr vorteilhaft, diese Auffassung, die in der Definition der spezifischen Schlagarbeit bezw. der spezifischen Brucharbeit nicht ausdrücklich ausgesprochen ist, in derselben zum Ausdruck zu bringen.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

III4

SCHLAGVERSUCHE BEI VERSCHIEDENER TEMPERATUR.

Von **Léon Guillet** und **Louis Révillon**, Paris.

Übersetzung aus dem Französischen.

Herr Charpy hat gezeigt[1]), daß man verschiedene Resultate erhält, wenn man beim Schlagversuch die Temperatur der Probestäbe variiert. Er hat gefunden, daß die spezifische Schlagarbeit, nachdem sie von normaler Temperatur bis gegen 150° zugenommen hat, hierauf abnimmt und bei 400 bis 500° einen niedrigsten Wert erreicht. Wir haben eine Reihe von Untersuchungen über diese Veränderungen der Schlagfestigkeit des Stahles mit der Temperatur speziell zu dem Zwecke angestellt, um den Punkt der sogenannten Blaubrüchigkeit festzustellen.

Die Resultate, die wir erhalten haben, sind von Interesse durch die Konstanz der Temperaturen, bei welchen die Schlagfestigkeit ihr Maximum und ihr Minimum erreicht, was Charpy nicht konstatiert zu haben scheint. Bei unseren Versuchen wurden verwendet: vorerst eine Reihe gewöhnlicher Stähle mit wachsendem Kohlenstoffgehalt, deren Analysen in der folgenden Tabelle angeführt sind, ferner einige Spezialstähle, welche den Beginn einer zweiten Versuchsreihe bilden, die wir zur Vervollständigung der Resultate der ersten Versuchsreihe ausführten. Für jeden dieser Stähle wurde aus derselben Stange eine Serie von 50 bis 60 Probestäben der Type Mesnager von $10 \times 10 \times 60$ herausgearbeitet, in welchen Rundkerben von 2 mm Breite und 2 mm Tiefe eingefräst

---

[1]) Internationaler Verband für Materialprüfungen der Technik. Brüsseler Kongreß, 1906.

Digitized by Google

wurden. Zur Sicherung der Gleichmäßigkeit des Gefüges dieser Stahlsorten wurden sie vor dem Versuch auf eine Temperatur angelassen, welche für die geeignetste zur Verbesserung der Qualität gehalten wurde. Diese Behandlungen sind bei jedem Einzelversuch in der letzten Kolonne der folgenden Tabelle verzeichnet.

Nr.	Stahlsorten	Kohlenstoff	Si	Mn	S	P	Behandlung
		in Prozenten					
349 y	Sehr weicher Stahl	0,218	1,26	0,24	0,041	0,013	Angelassen, an freier Luft, bei 850°
407 y	Weicher „	0,345	0,20	0,51	0 048	0,068	Angelassen, an freier Luft, bei 800°
342 y	Mittelharter „	0,491	0,44	0,34	0,044	0,062	Angelassen, b. 800°
343 y	Harter Martin- „	0,725	0,40	0,33	0,025	0,013	„ „ 750°
344 y	Werkzeug- „	1,224	0,05	0,04	0,040	0,023	Nicht gekerbte Stäbe, angelassen b. 700°
481 y	2% iger Nickel- „	0,085	0,01	0,15	0 017	Ni = 2,29	Angelassen, an freier Luft, bei 890°
584 y	7% „ „ „	0,165	0,18	0,20	Ni = 7,10		Angelassen, b. 600°
225 y	Nickel-Chrom- „	0,105	0,11	0,34	Ni = 4,38	Ni = 0,85	„ „ 750°

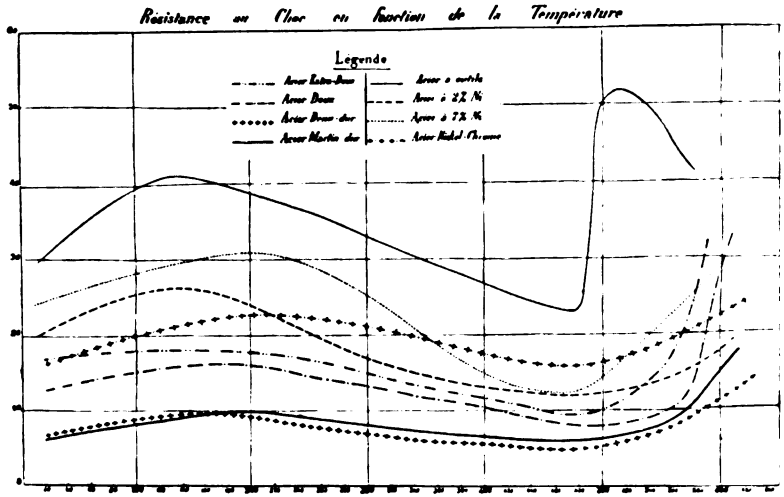
Verlauf der Versuche.

Alle Probesätze wurden mit dem Guillery'schen Schlagwerk, auf einem Amboß von 40 mm Auflagerentfernung mit einer anfänglichen lebendigen Kraft von 60 kg gebrochen. Sie wurden in einem elektrischen Ofen mit Platinwiderstand erhitzt, nachdem die Enden in Asbestleinen, welches mittels einer kleinen Blechkapsel befestigt war, eingewickelt worden waren. Diese Anordnung sollte die Abkühlung der Enden bei Berührung der Greifzangen und des Amboßes verhindern, sobald der Probestab vor dem Versuch in das Schlagwerk eingelegt wird; durch dieses Hilfsmittel war die Abkühlung sehr gleichmäßig, da die Wärme nur durch Strahlung verloren ging. Wir haben uns davon überzeugt, daß diese Bedingung in zufriedenstellender Weise erfüllt war, indem wir die Gleichmäßigkeit der Rotglut während der Versuchsdauer konstatieren konnten.

Digitized by Google

Um die Temperatur zu messen, war vorher in dem beim Versuch rechts liegenden Teil des Probestabes auf der rückwärtigen Seitenfläche ein Loch von 25×10 etwas schräge hineingebohrt, das bis zur Mittellinie des Probestabes und bis auf 3 mm zum Bruchquerschnitt reichte.

In dieses Loch wurde ein mittels Asbestfäden isoliertes Le Chateliersches Thermoelement eingeführt, das mit leichter Reibung eingepaßt war, um die Öffnung abzuschließen.



−·−·−· Sehr weicher Stahl
−·−·−· Weicher Stahl
+ + + + Mittelharter Stahl
——— Martinstahl
— — — Werkzeugstahl
— — — 2%iger Nickelstahl
..... 7% „ „
+ · + · + Nickel-Chrom-Stahl

Die Temperatur wurde durch ein genau geeichtes Siemens & Halske-Galvanometer gemessen. Nachdem die Probestäbe auf eine bestimmte Temperatur erhitzt waren, zog man sie rasch aus dem Ofen, um sie auf das Schlagwerk zu bringen. Hierauf wurde das Thermoelement eingeführt und nach Verlauf von zirka 10 Sekunden war das Gleichgewicht der Temperatur hergestellt und der Galvanometerausschlag nahm ab; während dieser Zeit wurden alle Bestimmungen gemacht; der Probestab wurde früher oder später, je nach den zu bestimmenden Punkten, gebrochen, gewöhnlich so heiß als möglich, nachdem die Temperatur im Momente der Auslösung abgelesen worden war; dann wurde die Anzahl der ver-

Digitized by Google

brauchten Kilogrammeter notiert und das Probestück in der Luft auskühlen gelassen.

In jeder Versuchsreihe wurden außerdem zwei oder drei Versuche bei der Umgebungstemperatur und ein Versuch mit einem in kochendem Wasser auf 100° erhitzten Probestab, der so schnell als möglich (3—4") nach Einsetzen in den Schlagapparat gebrochen wurde, ausgeführt. Bei jedem der gewählten Punkte wurden mindestens zwei Bestimmungen gemacht, wobei diese Punkte höchstens um 30—35°, in der Nähe des Minimums oft weniger, auseinanderlagen. Um einen Gesamtüberblick über die Schlußfolgerungen zu geben, sind die Resultate in Kurven wiedergegeben und diese in einem Graphikon nebeneinander aufgetragen.

Schlußfolgerungen.

Unsere Studie zeigt:

1. Daß die Schlagfestigkeit eines Stahles bei steigender Temperatur bis zu einer Temperatur von ungefähr 200° steigt, sodann abnimmt, durch ein Minimum geht und nach erreichter Rotglut noch einmal steigt.

Die Temperatur der größten Brüchigkeit ist immer dieselbe, und zwar 475°, das ist die Temperatur der beginnenden Rotglut, die in dem Halbdunkel innerhalb der Schutzhaube des Apparates noch gut sichtbar ist; diese Temperatur ist aber nicht diejenige, welche man Blauwärme (300°—325°) nennt. Die bei Blauwärme gebrochenen Metalle zeigen keine besondere Brüchigkeit.

2. Das Minimum der spezifischen Schlagarbeit zeigt sich sowohl bei den untersuchten Spezialstählen (Nickel- und Nickelchromstählen), wie auch bei den gewöhnlichen Stählen.

3. Es besteht ein weniger konstantes Maximum der spezifischen Schlagarbeit bei 150—200°, welches von der Natur des Stahles abhängt.

Bei dieser Temperatur gaben alle untersuchten Stähle wenigstens 10 kg/m. Es besteht also keine eigentliche Sprödigkeit mehr. Einer der brüchigsten Stähle zeigte z. B. 5 kg/m kalt und 10 kg/m bei 200°.

4. Das Minimum der spezifischen Schlagarbeit bei 475° sinkt gewöhnlich unter den bei gewöhnlicher Temperatur erhaltenen Wert. Oft ist er um 6—7 kg/m niedriger, und diese Verminderung ist umso stärker, je weicher der Stahl ist.

Digitized by Google

Für die Nickelstähle ist der Unterschied zwischen dem Minimum der spezifischen Schlagarbeit und dem Werte derselben bei gewöhnlicher Temperatur noch ausgesprochener als bei den gewöhnlichen Stählen. So ergeben sich beispielweise bei gewöhnlicher Temperatur 25 kg/m, bei 475° nur 12 kg/m.

5. Für den untersuchten Nickelchromstahl haben wir eine bemerkenswerte Unveränderlichkeit der spezifischen Schlagarbeit gegenüber der Temperatur festgestellt; er ergibt kalt und beim Minimalpunkt den gleichen Wert von 16 kg/m, auch steigt bei diesem Stahl die Kurve nach dem Minimum sehr langsam an.

6. Es scheint keine Beziehung zwischen der Veränderlichkeit der spezifischen Schlagarbeit und den Transformationspunkten zu bestehen. Immerhin wird sich erst zeigen müssen, welche Größe die Brüchigkeit bei martensitischen und γ-Eisenstählen annimmt, wenn die Transformationspunkte niedriger gerückt sind.

7. In keinem Fall hat sich eine hinreichend große Brüchigkeit gezeigt, welche den bekannten Versuch, ein Flußeisenblech bei sogenannter Blauwärme zu zerbrechen, erklären könnte. Unserer Ansicht nach ist hier noch ein Punkt aufzuklären:

Sollte vielleicht bei dieser Temperatur, wie uns Herr H. Le Chatelier zu erwägen gegeben hat, eine größere Neigung zur Rißbildung oder eine geringere Widerstandsfähigkeit gegen wiederholte Stöße bestehen?

Die gegenwärtigen Versuche beziehen sich nur auf einen Teil des Programmes, das wir aufgestellt haben. Wir beabsichtigen noch folgende Punkte zu untersuchen:

a) Einfluß wiederholter Schläge auf die spezifische Schlagarbeit bei verschiedenen Temperaturen (Schlagversuche bei verschiedenen Temperaturen);

b) Einfluß bestimmter bleibender Formänderungen, die bei verschiedenen Temperaturen hervorgerufen worden sind;

c) Einfluß der verschiedenen Elemente auf die spezifische Schlagarbeit bei verschiedenen Temperaturen. Wir beabsichtigen, diese Versuche mit Nickel- und Nickelchromstählen fortzusetzen und dann zu den Wolfram-Stählen und anderen überzugehen;

d) Veränderung der spezifischen Schlagarbeit mit der Temperatur bei anderen Metallen als Eisen und Stahl, insbesondere bei Messing und Bronze, sowie Untersuchungen, um zu erforschen, ob es eine Beziehung zwischen der spezifischen Schlagarbeit und der Schmiedetemperatur gibt.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

III5

SCHLAG-ZERREISSPROBEN.

Von **Pierre Breuil**, Paris.

Übersetzung von J. Fleischmann, Wien.

Auszug.[1])

Mit dieser Arbeit bezweckt der Autor, die Beziehungen klarzustellen, die zwischen den Ergebnissen der statischen und dynamischen Zerreißprobe bestehen. Und dies aus dem Grunde, weil man versucht hat, von der Zerreißprobe abzugehen und sie durch die Biegeprobe mit eingekerbten Stäben zu ersetzen, so daß es dem Autor zweckmäßig schien, festzustellen, ob die Zerreißproben, wie behauptet wird, nicht imstande sind, das Geheimnis der Metallbrüchigkeit zu lüften.

Es ist dem Autor stets als unlogisch erschienen, die Kerbschlagprobe mit der statischen Zerreißprobe in Vergleich zu ziehen; diese beiden Erprobungsarten bringen Eigenschaften zutage, die durchaus verschieden und mit einander nicht vergleichbar sind. Es erscheint unerläßlich, sich darüber Klarheit zu verschaffen, ob die Wirkungen eines Schlages bei ein und demselben Metalle die gleichen sind wie jene einer langsamen Beanspruchung; zu diesem Zwecke muß man aber logischer Weise mit ganz gleichartigen Probestäben und mit ein und derselben Art der Beanspruchung (Zug, Druck, Biegung usw.) experimentieren.

Die Herren Hatt und Dr. Stanton haben bereits früher in ihren Versuchen gezeigt, daß zwischen den Ergebnissen der statischen und jenen der dynamischen Zerreißprobe nur geringe Unterschiede vorhanden sind; der Autor, der ebenso, wie die genannten zwei

[1]) Der Originalbericht ist unter den „Ergänzungsheften zu den Kongreßberichten“ erschienen.

Digitized by Google

Forscher, Probestäbe ohne Kerbe verwendet hat, gelangt zu dem Schluß, daß die beiden Arten der Erprobung fast immer dieselben Ergebnisse liefern, daß es jedoch auch Metalle gibt, die diesem Gesetze nicht folgen; es sind dies solche Metalle, die geeignet sind, vom Standpunkt der statischen Beanspruchung als gut, vom Standpunkt der dynamischen Beanspruchung als schlecht zu erscheinen. Diese Tatsache ist nicht neu, aber es ist zweckmäßig, auf sie zu verweisen, da sie im vorliegenden Falle mittelst der Zerreißprobe festgestellt wurde, die man bekanntlich zu einer solchen Feststellung als ungeeignet erachtet.

Die vom Autor unter ganz gleichen Bedingungen mit den eingekerbten Stäben wie mit den nicht eingekerbten Stäben durchgeführten Proben haben diese Unstimmigkeit in den Metalleigenschaften nicht ans Licht gebracht.

Nach der Meinung des Autors ist es wertvoller, sich von der Brüchigkeit eines Metalles durch Schlag-Zerreißproben zu überzeugen; auf diese Weise kann man, gleichwie bei der langsam verlaufenden Zerreißprobe, die Dehnung und die Kontraktion des Metalles bestimmen und die gefundenen Größen mit jenen der langsam verlaufenden Probe vergleichen. Selbstverständlich müßte bei den unter Wirkung einer lebendigen Kraft erfolgenden Zerreißproben die Schlagarbeit gemessen und zu dem Volumen des der Deformation unterworfenen Metallstabes in Verhältnis gebracht werden. Der Autor befürwortet für Zerreißproben prismatische Stäbe von 50 mm^2 Querschnitt und 60 mm Länge, versehen mit Köpfen von solchem Querschnitt, daß die durch die Probe herbeigeführte Deformation nur auf den Körper des eigentlichen Probestabes beschränkt bleibt.

Die besten Stahlsorten benötigen für den Bruch nicht mehr als 30 kgm pro 1 cm^3 Metall, und man ist, im Gegensatz zu den Erfahrungen bei den Kerbbiegeproben, immer sicher, daß der Bruch der Metalle vollständig erfolgt, was wesentlich zur Genauigkeit der Messungen beiträgt.

Andererseits hat der Autor nachzuweisen versucht, daß die Unterschiede in der Größe der Brucharbeit bei der statischen und dynamischen Probe der Erwärmung der Bruchflächen infolge der Schlagwirkung zuzuschreiben sind.

Die Probeergebnisse sind im Originalberichte enthalten.

Digitized by Google

V^E CONGRÈS INTERNATIONAL POUR L'ESSAI DES MATÉRIAUX, COPENHAGUE 1909.

V. INTERNATIONALER MATERIALPRÜFUNGS-KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

V^TH INTERNATIONAL CONGRESS FOR TESTING MATERIALS, COPENHAGEN 1909.

III 5

Supplément. — Ergänzungsheft. — Supplement.

ESSAIS AU CHOC PAR TRACTION.

Par M. **Pierre Breuil**, Paris.

Beaucoup d'ingénieurs s'imaginent qu'il existe un abime entre les propriétés des métaux soumis à des efforts lents et celles des mêmes métaux sollicités brusquement. Pour se faire une opinion sur ces propriétés, ils comparent généralement les résultats des essais de traction lents et ceux de choc par flexion de barreaux entaillés ou non. Nous comprenons fort bien que ces deux genres d'essais soient choisis, parce qu'ils sont commodes à pratiquer, mais n'est-il pas illogique de comparer deux procédés d'appréciation des métaux qui n'ont pas à être mis en comparaison parce que trop difficilement rapprochables?

Le raisonnement tenu est le suivant: »Voilà un métal excellent ou convenable à la traction qui, par flexion d'une barrette arbitraire sinon fantaisiste, donne un mauvais résultat (trop peu de kilogrammètres pour rompre, trop peu de flèche, un trop petit angle), je conclus que le métal est mauvais et que l'essai de traction est insuffisant«. Si les ingénieurs concluaient que le métal est bon à la traction statique et mauvais à la flexion dynamique, ils seraient rigoureusement dans la vérité, et encore en tenant compte des contingences de l'essai qu'ils ont pratiqué, mais ils n'ont pas le droit de dire plus; c'est déjà d'ailleurs une constatation impor-

Digitized by Google

tante; mais se permettre de dire que l'essai de traction est de beaucoup inférieur à l'essai de choc, est une pure hérésie, c'est là une simple affirmation, qu'une affirmation exactement contraire, vaut amplement.

Il y a deux sortes d'idées dans l'opinion des ingénieurs précités:

1. L'idée de voir si les métaux sont comparables au point de vue statique ou dynamique;

2. l'idée de comparer la méthode de traction statique à la méthode des barreaux entaillés.

On peut être d'avis que ce n'est pas là une même et unique chose; nous n'hésiterons même pas à dire que la seconde manière de voir ne doit pas influer sur la première; elle est autre, voilà tout.

Pour comparer les sollicitations lentes avec les sollicitations vives, pourquoi ne pas adopter un mode d'application de ces sollicitations qui soit rigoureusement le même dans les deux cas: traction, compression, flexion, par exemple, pourquoi ne pas prendre rigoureusement les mêmes barrettes? Nous ne supposons que ce soient les conditions de construction des dispositifs nécessaires qui puissent arrêter les expérimentateurs; il n'est pas, en effet, de problèmes de construction mécanique qu'on n'arrive à résoudre actuellement. Si ces conditions primordiales, indispensables pour la comparaison, sont respectées, alors on est bien en droit de conclure en se servant des résultats des essais obtenus avec les deux formes de sollicitation. Raisonner autrement nous paraît a priori impossible et inutile. Or nous ne connaissons pas beaucoup d'expérimentateurs qui se soient tenu le raisonnement précédent et qui aient comparé ce qui, seul, est comparable. Heureusement M. Hatt a eu la bonne idée d'y songer, et il est actuellement possible, grâce à ses travaux, de savoir, pour la traction, quelles relations il existe entre les sollicitations lentes et les sollicitations vives. Nous verrons d'ailleurs que le docteur Stanton a également examiné, récemment, ces relations.

Cette note a pour but de présenter quelques résultats qui nous sont personnels et qui se rapportent au même sujet. Nous les comparerons à ceux de MM. Hatt et Stanton.

I. Essais de M. Hatt. Ces essais ont à peu près épuisé la question; ils ont porté sur des métaux très variés, ils ont examiné les facteurs qui pourraient intervenir pour influencer les résultats

Digitized by Google

Nos des essais	Métal	Diamètre des barrettes en pouces	Longueur de mesure de l'allongement en pouces	Résistance maximum en livres par pouce carré	Allongement en % max.	Allongement en % min.	Allongement en % moyen	Travail de rupture en pieds-livres par pouce cubique max.	Travail de rupture en pieds-livres par pouce cubique min.	Travail de rupture en pieds-livres par pouce cubique moyen	Genre d'essais
1	Fil d'acier	0,16	48,0	115,000	0,71	0,48	0,59	144	180	136	lent
		—	108,0	—	1,00	0,42	0,70	208	165	186	choc
2	Fil d'acier recuit	0,16	48,0	83,000	—	—	9,30	—	—	566	lent
		—	108,0	—	11,00	8,70	9,80	863	648	772	choc
		—	48,0	—	8,00	6,60	7,00	554	534	544	»
3	Fil d'acier	0,30	72,0	71,800	15,80	12,80	14,10	865	690	742	lent
		—	108,0	—	15,60	12,00	13,60	903	515	765	choc
4	» »	0,26	108,0	109,000	4,64	4,62	4,63	349	347	348	lent
		—	108,0	—	7,00	4,00	5,10	699	443	556	choc
		—	69,0	—	7,00	5,00	5,80	673	596	626	»
5	Acier au nickel	0,50	8,0	85,000	26,70	22,10	23,60	1909	1360	1414	lent
		—	8,0	—	29,40	20,70	24,00	2216	1203	1821	choc
6	Acier doux	—	8,0	—	26,30	21,90	23,90	1932	1260	1376	lent
		—	8,0	—	31,60	23,10	27,00	1460	1208	1398	choc
7	Acier de tôle de chaudières .	1,00	8,0	60,000	29,00	23,20	25,70	1370	1047	1230	lent
		0,50	8,0	—	36,90	31,30	34,40	2035	1690	1855	choc
		0,50	2,0	62,000	29,50	26,50	28,20	1666	1342	1490	lent
8	Acier doux coulé	—	—	—	35,00	31,00	33,00	2467	2080	2315	choc
		0,50	2,0	32,000	—	—	—	—	—	—	—
9	» » »	0,62	3,0	140,000	30,00	3,00	13,10	2000	212	976	lent
10	Acier de bandage de locomotives	—	3,0	60,000	37,00	3,00	14,30	5650	840	1918	choc
		—	72,0	63,000	—	—	18,70	—	—	640	lent
11	Fer de Norvège	—	108,0	—	19,40	16,70	18,10	727	550	696	choc

Digitized by Google

(longueur et dimensions transversales des barreaux, nombre de coups de mouton, poids du mouton, hauteur de chute, température de l'essai, etc.); ce sont, à notre connaissance, les plus complets qui aient été faits dans cette voie. Les appareils de traction par choc employés par M. Hatt sont bien connus et permettent, au besoin, de relever les efforts supportés par la barrette pendant tout le cours de la traction. Les résultats de M. Hatt sont les suivants:

1. La traction par choc exige, en général, un travail unitaire plus grand que la traction lente et produit un allongement à la rupture supérieur à celui de cette dernière.

La tableau (pag. 3) démontre ces conclusions.

Nous attirerons l'attention sur les écarts entre les travaux de rupture et les allongements minima et maxima des résultats de M. Hatt pour certains métaux. Il paraît y avoir, à ce sujet, des anomalies difficiles à expliquer, s'il s'agit de métaux courants à peu près convenables. Les résultats de nos essais n'accusent pas d'écarts de cet ordre, on le verra plus loin.

2. Examinant l'influence de la vitesse du choc, M. Hatt a constaté que l'allongement total et le travail unitaire de rupture sont peu affectés par cette vitesse; mais les variations de cette dernière étaient faibles dans ses essais.

3. M. Hatt reconnaît que la traction dynamique met mieux en evidence les défauts d'homogénéité du métal que la traction statique et que dans les métaux hétérogènes il y a une tendance à la localisation de l'allongement en certains points qui forment des noeuds de ductilité. C'est un phénomène du même genre que celui constaté par M. André Le Chatelier par la traction vive de fils. Cela signifie que ces derniers sont des corps hétérogènes et ne conviennent à l'établissement des lois du choc.

Enfin nous retiendrons encore de l'étude de M. Hatt une formule qui s'applique à la traction statique comme à la traction dynamique et qui donne le travail de rupture — connaissant

e l'allongement à la rupture,
T_1 la limite élastique,
T_2 la charge maximum.

Cette formule est

$$\text{Travail} = \frac{e}{300}(T_1 + 2\,T_2).$$

Digitized by Google

Essais sur une tôle mince d'acier. **Tableau II.**

Nos des barrettes	Sens de la barrette	Traitement	Dimensions transversales	Longueur de mesure de l'allongement	Limite apparente d'élasticité par mm²	Charge de rupture par mm²	Allongement % à la rupture	Travail total de rupture en kilogrammètres	Genre de sollicitation
					kg				
1. groupe 1.	Long	Naturelle	8 × 3 mm	40 mm	36,0	51,9	20,0	12,0	lent
1. groupe 2.	»	»	»	»	—	—	27,6	13,4	choc
1. groupe 3.	»	Recuite à 900° à la volée	»	»	40,5	50,7	27.5	12,3	lent
1. groupe 4.	»	»	»	»	—	—	27,6	13,4	choc
1. groupe 1.	Travers	Naturelle	»	»	39,7	53,5	20,0	10,25	lent
1. groupe 2.	»	»	»	»	—	—	29,7	13,5	choc
1. groupe 3.	»	Recuite à 900° à la volée	»	»	42,9	51,4	28,7	12,7	lent
1. groupe 3.	»	»	»	»	—	—	27,8	13,0	choc
2. groupe 1.	Long	Naturelle	»	»	41,6	54,3	25,2	12,2	lent
2. groupe 2.	»	»	»	»	—	—	27,5	15,5	choc
2. groupe 3.	»	Recuite à 900° à la volée	»	»	41,4	52,5	25,7	12,5	lent
2. groupe 4.	»	»	»	»	—	—	30,0	15,3	choc
2. groupe 1.	Travers	Naturelle	»	»	42,9	55,0	23,0	10,5	lent
2. groupe 2.	»	»	»	»	—	—	25,0	12,5	choc
2. groupe 3.	»	Recuite à 900° à la volée	»	»	40,7	51,0	21,7	11,8	lent
2. groupe 4.	»	»	»	»	—	—	27,5	15,3	choc

Digitized by Google

1. Essais de métaux fereux divers.

Tableau III.

Traitement du métal	Genre de barrettes	Genre de sollicitations	Limite apparente d'élasticité par mm² de la section non entaillée	Charge unitaire par mm² de la section initiale la plus faible	Allongement % à la rupture	Striction $\frac{S-s}{S}$	Travail pour la rupture rapporté au cm² de la section initiale la plus faible
			kg				kg
Acier extra-doux.							
Recuit pendant 10 heures à 1000°	Sans entailles	lente	19,6	31,0	31,5	0.68	48.0
		par choc	—	—	29,0	0,74	77,5
Brut de forge	Sans entailles	lente	28,3	38,4	36,4	0,78	75,5
		par choc	—	—	31,3	0,72	107,0
" " "	2 traits de scie de 1 mm 5	lente	25,2	50,0	5.8	0,54	15,0
		par choc	—	—	7,6	0,58	28.0
" " "	1 trou central de 3 mm diam.	lente	22,6	45,8	4.0	—	9,6
		par choc	—	—	3,65	—	34,0
Acier mi-dur.							
Recuit pendant 10 heures à 1000°	Sans entailles	lente	28,2	50,8	21,8	0,54	60,0
		par choc	—	—	20,9	0,56	77,0
Brut de forge	Sans entailles	lente	35,0	60,5	24,5	0,45	84,0
		par choc	—	—	25,0	0,51	106,0
" " "	2 traits de scie de 1 mm 5	lente	34,0	73,0	5,45	0,26	13,0
		par choc	—	—	3,65	0,26	24,0
" " "	1 trou central de 3 mm diam.	lente	34,4	67,0	3,6	—	11,5
		par choc	—	—	3,25	—	33,0

Digitized by Google

Acier dur.

Recuit pendant 10 heures à 1000°	Sans entailles	lente	37,3	74,5	13,6	0,36	53.0
		par choc	—	—	16,0	0,39	71,0
Brut de forge	Sans entailles	lente	55,8	88,5	11,5	0,22	55,0
		par choc	—	—	17,5	0,33	106,0
" " "	2 traits de scie de 1 mm 5	lente	51,0	97,0	1,8	0,07	8,9
		par choc	—	—	0,9	0,08	10,5
" " "	1 trou central de 3 mm diam.	lente	52,5	92.5	1,8	—	9,15
		par choc	—	—	1,8	—	13,0

Fer phosphoreux.

Recuit pendant 10 heures à 1000°	Sans entailles	lente	21,6	34,6	17,3	0,37	29.5
		par choc	—	—	2,0	0,07	8,2
Brut de forge	Sans entailles	lente	30,0	42,0	18.0	0.42	38,0
		par choc	—	—	2,0	0,04	7,8
" " "	2 traits de scie de 1 mm 5	lente	25,0	46,7	3.25	0.17	8,2
		par choc	—	—	0,9	0,03	7,0
" " "	1 trou central de 3 mm diam.	lente	27,0	48.0	2.18	—	4.6
		par choc	—	—	1,8	—	3.0

Digitized by Google

II. Essais de l'auteur.

Nous avons effectué des séries d'essais de choc par traction comparativement avec des séries d'essais de traction lente et nous en donnons ci-après les résultats. La première série d'essais se rapporte á une même tôle d'acier (tableau II, pag. 5).

Les deux groupes d'éprouvettes de ce tableau avaient été prélevés dans deux parties de la tôle assez éloignées l'une de l'autre et les barrettes ayant même orientation avaient été prises côte à côte.

Toutes les éprouvettes étaient identiques au point de vue géométrique, leurs essais sont donc rigoureusement comparables. Des résultats ci-dessus on déduit que:

1. La tôle était fort régulière.

2. Les allongements de la traction vive sont toujours supérieurs à ceux de la traction lente.

3. Les travaux de rupture de la traction vive sont plus grands que ceux de la traction lente, mais n'en diffèrent pas de plus de 30%.

Dans le tableau III (pag. 6 et 7) nous avons réuni les résultats des essais de trois aciers et d'un fer phosphoreux; les aciers avaient une dureté croissante. On a essayé ces métaux sous forme de barrettes géométriquement identiques, lisses ou entaillées. Deux barrettes lisses ont été recuites pendant 10 heures à 1000°; deux autres ont été laissés naturelles. Les barrettes entaillées l'ont été de deux façons: la première a consisté à pratiquer deux traits de scie de 1·5 mm de profondeur dans le milieu de leur longueur; la 2me, à forer un trou de 3 mm dans le milieu de cette longueur. Les barrettes avaient une section de 7 mm × 7 mm et une longueur de partie prismatique de 55 millimètres. Le poids du mouton de choc était de 21 kilos, la hauteur de chute de 3 mètres. Les barrettes étaient rompues d'un seul coup et la mesure du travail de choc était faite avec précision au moyen de crushers en cuivre étalonnés, sur lesquels le mouton tombait après la rupture des barrettes. On peut conclure de ces essais que:

1. Pour l'acier doux et les barrettes sans entailles, l'allongement est plus faible au choc qu'à la traction statique, pour l'acier dur la conclusion est inverse.

2. Pour tous les aciers, le travail de rupture dynamique est plus grand que le travail statique, ce qui confirme bien à nouveau les constatations de M. Hatt.

Digitized by Google

3. Enfin les trois aciers sont très rapprochés au point de vue du travail nécessaire pour leur rupture.

4. Pour le fer phosphoreux l'allongement et le travail de rupture sont considérablement plus faibles, dynamiquement que statiquement. Dans son cas, le choc a bien révélé une propriété nouvelle que l'essai statique ne mettait pas en évidence. D'où nécessité de faire des essais au choc. On peut donc conclure de ces essais de traction comparatifs de barreaux sans entailles que dans la grande majorité des cas l'essai statique donne des résultats parallèles sinon identiques à l'essai dynamique, mais qu'il y a des cas où il n'en est pas ainsi. Les métaux pour lesquels ces faits se produisent sont dangereux; l'essai au choc sur barreaux non entaillés rompus par traction vive permet de les éliminer.

On verra d'ailleurs plus loin que les travaux dépensés dans la rupture par traction lente ou vive nous paraissent exactement les mêmes, si l'on tient compte de la perte de travail due à l'échauffement du métal pendant le choc.

Barrettes avec entailles. Il est intéressant de comparer les résultats des essais de ces barrettes avec ceux des précédentes; on a, en effet, préconisé des barrettes de ce genre pour découvrir la fragilité! des aciers et des fers. De nos essais on peut conclure que:

1. Pour aucune des barrettes de traction entaillées l'allongement n'a été confiné à l'entaille; cet allongement est d'autant plus grand que le métal est plus doux; on ne connaît pas le volume de métal dont le travail de déformation a nécessité la dépense de travail total du mouton; on s'est contenté de diviser ce dernier travail par la section à fond d'entaille, ce qui est absurde, quoique commode. On a fait d'ailleurs de même pour les barrettes sans entailles, ce qui est encore plus absurde, parce que dans ce cas on sait quel est le volume de métal intéressé par le choc. Mais nous avons voulu suivre un errement évident pour que nos essais soient plus immédiatement comparables entre eux et à ceux d'autres auteurs.

2. Pour tous les aciers, le travail dynamique est plus grand que le travail statique, ce qui est conforme à la loi des barrettes sans entailles; pour le fer phosphoreux, le choc a révélé un très faible écart entre les travaux; les barreaux non entaillés avaient mieux marqué le caractère dangereux de ce fer que ceux entaillés.

Digitized by Google

3. L'acier dur (acier excellent) qui, avec les barreaux sans incisions, était l'équivalent des deux autres aciers, ne vaut plus que la moitié de ces derniers quand il est essayé avec deux traits de scie qui troublent sa déformation.

Nous avons eu l'occasion de montrer (The Iron and Steel Institute Journal 1904) que faire une même entaille dans des éprouvettes par ailleurs identiques de métaux différents, ce n'était pas mettre ces métaux sur une base de comparaison acceptable, étant donné que les déformations autour de l'entaille pratiquée dans un acier varient avec cet acier. Il ne faut donc pas s'étonner de la 2me conclusion précitée. Quand on aura pris l'habitude de rapporter le travail dépensé au volume de métal déformé, on trouvera moins d'anomalies dans les résultats des essais de barreaux entaillés.

III. Essais du Dr. Stanton. En novembre dernier le Dr. Stanton présenta devant l'Institution des Mechanical Engineers une série de très intéressants essais de choc, dans lesquels toutes les formes de sollicitations ont été examinées. Nous ne retiendrons de ce remarquable travail que la conclusion qui se rapporte aux essais de traction de barreaux entaillés ou non, rompus d'un coup. »Il n'y a pas de cause de fragilité révélée par les essais de choc employant un coup de mouton pour rompre les barreaux entaillés ou non entaillés qui ne soit révélée également par un essai statique soigné.«

Cette conclusion est peut-être un peu trop absolue. M. Stanton a voulu dire certainement qu'il faut apprendre à interprêter les résultats d'un essai de traction statique de façon à expliquer les résultats des essais dynamiques, en apparence différents des précédents.

En fin de compte il vaut mieux, à notre avis, faire les deux genres d'essais statiques et dynamiques qu'un seul. Ce seront justement les métaux qui montreront des différences dans les travaux de rupture, dans l'allongement, dans la striction avec ces deux genres d'essais qu'il faudra prohiber; mais cela oblige, pour que la comparaison soit possible, et si l'on veut (comme on le doit) conserver l'essaide traction statique, cela oblige, disons-nous, à faire des essais au choc par traction, et comme, encore une fois la comparaison n'est possible que sur des barrettes identiques, il faut faire des essais de traction par choc sur barrettes sans entailles.

Digitized by Google

Avec des barrettes un peu grosses et un peu longues, les essais de choc nécessiteraient d'assez gros moutons. Pour s'en tenir aux moutons moyens (40 kilos au maximum) et aux hauteurs de chute pratiques (4 mètres maximum) et pour pouvoir à coup sûr rompre les barrettes de n'importe quel métal, nous préconisons la barrette cylindrique de 50 mm² de section avec des têtes à épaulement assez grosses et une partie cylindrique égale à la longueur de mesure fournie par la formule $L^2 = 66,67 S$.

Le travail total dépensé pour la rupture serait non pas rapporté à l'unité de section des barrettes, mais à l'unité du volume de la barrette compris entre les cougés.

D'essais que nous avons faits sur barrettes de ce genre, il resulte que les meilleurs aciers ne demandent pas plus des 30 kilogrammètres par cm³ pour être rompus.

Ce genre d'essais nous paraît supérieur à celui utilisant la flexion de barrettes entaillées. Ou peut, avec lui, faire la mesure de l'allongement et de la striction, tout comme avec les barrettes de traction ordinaire, et comparer ainsi le résultat de la traction vive et celui de la traction lente. On conserverait les essais de barreaux entaillés pour l'examen des métaux portant, en tant que pièces, des variations brusques de sections (vis, par exemple); et là encore nous pensons qu'il faut faire et des essais au choc et des essais statiques par traction et non pas par flexion; car la pénétration de la panne du mouton dans les barrettes fléchies, le frottement de ces dernières sur les appuis, sont des pertes de travail qui ne sont pas négligeables et qu'on ne sait pas mesurer.

J'ai démontré ce fait dans mon étude („Nouveaux mécanismes et nouvelles méthodes pour l'essai des métaux"). (Revue de Mécanique 1908.)

L'essai de traction a le grand avantage de créer une sollicitation à peu près régulière sur chaque molécule du métal; c'est ce qui fait sa supériorité sur tous les autres essais.

Nous attirerons l'attention sur le fait que les allongements et les strictions des barreaux d'un même métal sont à peu près les mêmes que ceux-ci soient tractionnés vivement ou lentement.

On ne s'explique donc guère pourquoi les travaux dépensés dans le choc sont toujours plus grands que ceux dépensés statiquement. Mais on peut faire, pour expliquer ce fait, deux hypothèses qui paraissent basées sur quelque logique.

Digitized by Google

1. La mesure du travail dépensé pendant le choc est moins précise que pendant la traction lente, car on compte dans ce travail les pertes par frottement du mouton, les vibrations, le mâtage des têtes des barrettes. Ces pertes de travail peuvent parfois être importantes.

2. Mais la perte d'énergie la plus sensible provient de l'échauffement des parties voisines de la cassure des barrettes de traction rompues par choc. L'élévation de température peut atteindre 40 à 50°.

Supposons que 20 grammes seulement de métal soient échauffès de cette quantitè, la chaleur spécifique de l'acièr étant de 0,1, et l'équivalent mécanique de la chaleur de 425, la perte de travail pour cet échauffement sera de

$$50 \times 0{,}02 \times 0{,}1 \times 425 = 42 \text{ kilogrammètres } 5.$$

On voit que la perte est loin d'être négligeable Or, dans l'établissement du diagramme de l'essai de traction statique, pour la détermination ultérieure du travail, on ne tient pas compte d'un échauffement analogue, qui d'ailleurs ne se produit pas aussi considérablement pendant ce genre d'essai.

Si l'on défalquait cette énergie due à l'échauffement, de la valeur du travail de choc, on trouverait vraisemblablement la même valeur que celle du travail statique dans la majorité des cas.

Cela n'exclut pas les cas spéciaux, tel que celui du fer phosphoreux précité.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

III 6

ANWENDUNG DER NEUEN PRÜFUNGSVERFAHREN AUF DIE KUPFERLEGIERUNGEN.

Von **Léon Guillet** und **Louis Révillon**, Paris.

Übersetzung aus dem Französischen.

Wir haben diese Studie begonnen, um zu sehen, wie sich die verschiedenen modernen Prüfungsverfahren auf andere Metalle als Eisen und Stahl anwenden ließen, und zu untersuchen, ob man mittelst konstanter Koeffizienten einige Resultate mit dem durch den Zugversuch gelieferten Festigkeitswert in Beziehung bringen könne.

Wir benützten zu diesem Zwecke:

1. Die von Brinell für Stahl bezw. Flußeisen vorgeschlagene Kugeldruck-Härteprüfung, welche die Bestimmung hat, die derzeitige Ermittlungsweise der Zugfestigkeit durch eine rasche Probe zu ersetzen. Die verschiedenen Versuche wurden bei einem auf 1000 kg reduzierten Druck gemacht, um in weicheren Metallen kleine Eindrücke von präziser Kreisform mit scharf begrenzten Rändern zu erhalten.

2. Die Schermethode von Frémont, die die Anwendung sehr kleiner Probestäbe gestattet; bei Verwendung der Koeffizienten von Frémont, gibt sie für Stahl im allgemeinen sehr zufriedenstellende Resultate; sie ist bequem, wenn man bei Mangel an Versuchs-Material doch eine präzise Ziffer erhalten will. Die dazu benützten Probestäbe hatten 8×8 mm und eine genügende Länge, um in die Maschine eingespannt zu werden, u. zw. 25— 40 mm. Der Wert C des Scherwiderstandes wurde direkt auf dem aufgezeichneten Diagramm gemessen und auf den mm^2 des Querschnittes bezogen.

Digitized by Google

3. Der Schlagversuch an eingekerbten Stäben: Bei den ersten Versuchen verwendeten wir den Frémontschen Probestab von $8 \times 10 \times 30$ mm, bei den späteren Versuchen haben wir statt dessen den Mesnagerschen Probestab von $10 \times 10 \times 60$ mm angewendet, der auf dem bei unseren Versuchen verwendeten Guilleryschen Schlagwerk besser zum Bruch gelangte.

Alle bis jetzt erhaltenen Resultate sind in der nachfolgenden Tabelle den Analysen gegenübergestellt; dies soll nur den ersten Ansatz einer Arbeit bilden, welche noch durch zahlreiche ähnliche Beobachtungen vervollständigt werden muß, bevor sie praktisch angewendet werden kann.

Aus diesen ersten Versuchen haben wir folgende Schlüsse zu ziehen versucht:

1. Um die Zugfestigkeiten R mit den Härtezahlen Δ zu vergleichen, haben wir in jedem Fall den Koeffizienten C der bereits für Stahl (Flußeisen) in Anwendung stehenden Gleichung

$$R = C \Delta \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

bestimmt.

Die erhaltenen Werte sind in die Kolonnen 13 und 22 der Tabelle eingetragen und zeigen offenkundig gewisse Schwankungen; immerhin glauben wir für ein ausgeglühtes Metall den Koeffizienten $C = 0{\cdot}550$ angeben zu können, welcher einen Mittelwert sowohl für Messing, als auch für Bronze gibt. Die aus Gleichung (1) mittelst dieses Koeffizienten bestimmten Werte für R stimmen mit den durch den direkten Zugversuch erhaltenen Werten bis auf + 2 kg gut überein.

Vier Versuche zeigen eine bedeutendere Abweichung, von denen aber drei mit Metallen von außerordentlich geringer Zugfestigkeit gemacht wurden, während der vierte (Nr. 165) offenbar an einem fehlerhaften Versuchsstück ausgeführt worden ist, da die Dehnungsziffer einen ganz abnormalen Wert zeigt; der Zugversuch hatte die schlechte Beschaffenheit des Materiales ans Licht gebracht, während die Härteprobe die im allgemeinen der Zusammensetzung des Metalles entsprechende Festigkeit ergeben hatte, eine Erfahrung, die man bereits bei Stahl (Flußeisen) gemacht hat.

Für die rohen, gezogenen Metalle stimmt der obige Koeffizient nicht mehr, aber innerhalb der Grenzen unserer Versuche, bei denen der Grad der Härtung durch die Bearbeitung sehr wenig schwankt, könnte man eine Durchschnittsziffer anwenden $C = 0{\cdot}405$, welche

Digitized by Google

dazu dienen könnte, von der Härte auf die Zugfestigkeit zu schließen, jedoch nur bei Beschränkung auf solche Schichten, welche gleich starke Bearbeitung erfahren haben, so daß man bei größeren Probestücken nicht ohne weiteres von der Umfangs- auf die Mittelschicht übergehen darf.

Im allgemeinen geben die Probestücke mit größerem Durchmesser einen Koeffizienten, der höher als der Durchschnitt ist und sich mehr dem des ausgeglühten Metalles nähert, da beim Herausdrehen des Zugprobestabes der innerste Teil der Stange, d. i. die Schichte geringster Bearbeitung, für den Probestab verwendet wird.

2. Die Formel Frémonts für Stahl (Flußeisen) besteht aus zwei Ausdrücken; man kann also nicht nur jedem Versuch, den man für sich isoliert betrachtet, Koeffizienten erhalten, die untereinander vergleichbar sind.

Es wäre zwecklos, wollte man die Versuche auf willkürliche Art gruppieren. Wir haben es vorgezogen, die Resultate der zu vergleichenden Versuche graphisch aufzutragen. Man erhält für jedes Metall einen Punkt, indem man als Abszisse den aus dem Zugversuch erhaltenen Wert von R und als Ordinate den Wert des spezifischen Schubwiderstandes C aufträgt. Das Studium der für ausgeglühte Metalle auf diese Weise eingezeichneten verschiedenen Punkte hat uns auf einen Ausdruck

$$R = 5\ (C - 6)$$

geführt, aber wir könnten nicht genau angeben, wie man außerhalb der Grenzen unserer Versuche extrapolieren kann. Einige Resultate weichen übrigens von dieser Gleichung sehr beträchtlich ab, und es sind noch nicht genügend viele Versuche gemacht worden, um ein strenges Gesetz zu erhalten und die Versuchsfehler eliminieren zu können.

Was das gezogene Material anlangt, so würde man, falls man nur solches in Betracht zieht, welches gleich starke Kaltbearbeitung erfahren hat, ein analoges Gesetz finden,

$$0{\cdot}3\ R = C - 2{\cdot}3$$

welches Resultate gibt, die von den mit der vorhergehenden Formel erhaltenen nicht besonders stark abweichen; für ausgeglühtes Material zeigen sich die einzigen ausgesprochenen Unterschiede, gleich wie bei der Härteprobe mit Metallen von außergewöhnlichen Zugfestigkeitsziffern und ebenso bei dem Messing Nr. 165 mit sehr

Digitized by Google

geringen Dehnungswerten; die aus Härte und Scherfestigkeit berechneten Werte für R stimmen untereinander gut überein, weichen aber stark von der beim direkten Zugversuch erhaltenen Ziffer ab.

3. Die Kupferlegierungen geben beim Schlagversuch mit eingekerbten Stäben kleinere Werte als Stahl (Flußeisen), selbst solche Legierungen, welche größere Bruchdehnungen haben. Leider sind die Resultate über diesen Punkt bei den ausgeglühten Metallen nicht zahlreich genug, und ist hierunter kein Versuch mit wirklich brüchigen Metallen, so daß wir nur schwer Schlüsse ziehen können.

Gegossene Metalle. Wir haben dieselbe Untersuchungsmethode auf einige gegossene Bronzen angewendet. Nach den ersten Versuchen an rohen gegossenen Legierungen kann man konstatieren, daß die Härteziffer in Bezug auf die Festigkeit des Metalles nichts angibt; das Gleiche gilt für den Schlagversuch. Die Verschiedenheiten der Resultate bei diesen Versuchen richten sich nach den Verschiedenheiten in der Zusammensetzung des Metalles, während beim Zugversuch die Brucherscheinungen in den meisten Fällen ganz im Widerspruch zu den erwarteten Ergebnissen stehen, das Probestück ganz unregelmäßige Formänderungen erfährt und entweder nahe am Kopf oder an einer durch eine Verunreinigung oder einen Gußfehler geschwächten Stelle bricht, noch bevor es seine ganze Bruchdehnung erreicht hat.

Wir beabsichtigen durch eine geeignete Wärmebehandlung diese Fehler zu beseitigen und ein homogenes Metall von normaler Zugfestigkeit zu erhalten, bei welchem es möglich sein wird, Übereinstimmung zwischen den verschiedenen Versuchen zu erhalten.

Zusammenfassend läßt sich von den untersuchten Walzprodukten folgendes sagen:

1. Bei den ausgeglühten Metallen kann man einen Koeffizienten bestimmen, der die Zugfestigkeit auf + 2 kg genau nach der Härtebestimmung angibt.

Für rohe, gezogene Metalle von gleichem Härtegrad der Bearbeitung kann man ebenfalls mittelst eines anderen Koeffizienten eine wohl etwas weniger genaue Beziehung erhalten.

2. Der Scherversuch kann bei den ausgeglühten Metallen gleichfalls an Stelle des Zugversuches verwendet werden; die Beziehung zwischen den Werten für beide Arten von Festigkeit lassen sich durch eine aus zwei Ausdrücken bestehende Formel wiedergeben.

Digitized by Google

Für rohe gezogene Metalle gilt eine andere Formel, welche innerhalb bestimmter Grenzen für alle gewöhnlichen oder Spezial-Kupferlegierungen in gezogenem oder geglühtem Zustand fast ebenso gut stimmt, wie die vorhergehende.

Diese beiden Methoden rechnen selbstredend nicht mit den zufälligen Festigkeitsfehlern des Metalles und geben den Wert der Festigkeit, der der Zusammensetzung des Metalles entspricht, während der Zugversuch öfters eine schlechte Qualität, die von Erzeugungsfehlern herrührt, anzeigt, wie: oxydierte und geseigerte Stellen, Lunker und Ungänzen.

3. Der Schlagversuch könnte vielleicht besser als die anderen solche Fehler anzeigen. Die bei diesen Versuchen erhaltenen Ziffern sind immer kleiner als diejenigen, welche Stahl (Flußeisen) liefert, selbst wenn die Kupferlegierungen große Bruchdehnung haben.

Die Schlüsse in dieser Richtung sind wegen zu geringer Zahl der Versuche noch nicht sicher. Für gegossene Metalle, falls sie Rohguß sind, läßt sich gar keine Beziehung zwischen den Versuchsergebnissen erhalten; es wird nötig sein, vorher durch eine geeignete Wärmebehandlung das Gefüge umzuwandeln.

Digitized by Google

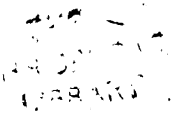
Material		Analyse			Gegossenes Metall, unbearbeitet			
					Zugversuch		Schlagversuch	Härteziffer
Art	Nr.	*Cu*	*Sn*	*Zn*	*R*	$A^0/_0$	Frémont	
Gewöhnl. Bronze	1	95·12	4·67		18·1	9·7	12	
	2	92·95	6·82		20·9	17	6	
	3	92·18	7·90		20·7	·9	5·5	
	4	90·65	9·35		25	19	6·5	
	5	89·73	10·24		22·8	10	5·5	
	6	88·53	11·23		27·7	10	4	
	7	85·37	14·53		25·2	0·5	2·5	
	8	82·04	17·67		28·2	0·5	2	
	9	80·05	19·50		22·2	0	0·5	
	10	75·30	24·28		—	0	0	
Spezial-Bronze	19	91·18	7·11	1·69	22·5	31	13	69
	20	91·70	6	2·27	21·8	29	24 (*n.g.*)	69
	21	91·70	4·80	3·02	21·8	26·5	17	71
	22	91·25	3·26	5·21	21·6	31·5	16·5	60
	23	9194	0·40	7·50	21·7	35·5	18·5	52
	24	84·54	13·50	1·49	19·5	2·5	2·5	101
	25	84·15	13·15	2·53	21·6	7·5	3	92
	26	84·77	11·58	3·37	18·7	8	3·5	85
	27	84·71	9·50	5·42	20·1	14	4·5	76
	28	85·59	7·20	6·50	16·9	15	6·5	73
	29	85·11	4·96	10·18	21·8	30	10·5	56
Aluminium-Bronze		97·00		*Al*=3·00	20·9	36	20	31
		94·88		*Al*=5·04	22·6	41	25	44
		93·13		*Al*=6·76	24·7	49	12	52

Digitized by Google

		Schlagversu	
	2-2,3 0,3	Mesnager	Fré
	5	17	1
Ku		10 (*n. c.*)	
	2	7·5	
Mes	5	„	
	1	„	
		„	
		„	
		8	
	6	„	
	8	„	
	4	„	
	6	„	
	3	„	
	5	„	
		5	
	5	„	
	3	„	
		11	
	4	„	
		11·5	
		17·5	
		7	
		7·5	
		„	
Spe		„	
Me		„	
		„	
		„	
	2	„	
	1	„	
		5	
Br		11·5	
		8	
		9·5	
		10	
		6·5	
Alum		13·5	
Br		13	
		6·5	

THE
JOHN CRERAR
LIBRARY

Digitized by Google



Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

III 7

VERGLEICHENDE STATISCHE UND DYNAMISCHE KERBBIEGEPROBEN.

Von Dr. techn. **A. Leon** und Dr. techn. **P. Ludwik** in Wien.

(Aus den Mitteilungen des mech.-technischen Laboratoriums der k. k. techn. Hochschule in Wien, 1909.)

Zweck dieser Versuche war das Studium der Beziehung zwischen statischen und dynamischen Biegeproben mit vollen und verschieden gekerbten Stäben (vergl. Fig. 1). Das Versuchsmaterial umfaßte: Gußeisen, Flußeisen und Flußstahl. Aus jedem dieser Materialien wurden Stäbe der Formen *a*, *b*, *c*, *d* und *e* hergestellt. Die Formen *a*, *b*, *c*, *d* und *e* wurden der statischen, die Formen *a*, *d* und *e* der dynamischen Biegeprobe unterworfen. Um vergleichende Ergebnisse zu erhalten, wurden die statischen und dynamischen Biegeproben bei der gleichen Auflagerentfernung und der gleichen Auflager- und Biegeschneidenabrundung durchgeführt. Bei den statischen Biegeproben wurde das vollständige Druckdiagramm, bei den dynamischen nur die „Schlagarbeit" aufgenommen.

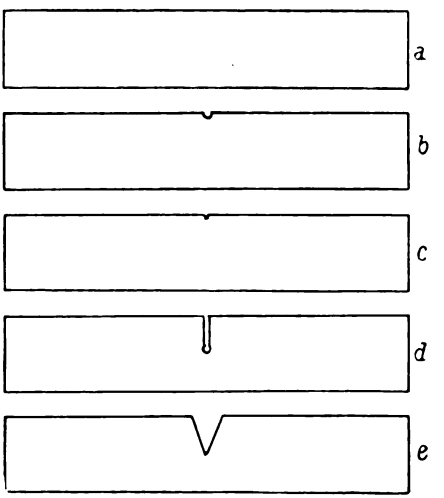


Fig. 1.

Digitized by Google

Aus den Versuchen ergab sich unter anderem folgendes:

1. Bei der statischen Biegeprobe wird die (der Höchstlast entsprechende, und auch die gesamte) Durchbiegung von der Kerbenform viel mehr beeinflußt, als von der Kerbentiefe.

2. Bei gleicher Kerbentiefe gestatten die runden Kerben viel größere Durchbiegungen als die scharfen.

3. Bei tief gekerbten Stäben erfolgt der Bruch allmählicher als bei seicht oder nicht gekerbten.

4. Der Einfluß der Kerbart auf die statische Biegearbeit und auf die dynamische Biegearbeit ist bei verschiedenen Materialien oft recht verschieden.

5. Statische und dynamische Biegearbeit stehen in keiner einheitlichen Beziehung und selbst bei gleichem Materiale oder bei gleicher Kerbenform ist eine Proportionalität zwischen statischer und dynamischer Biegearbeit auch nicht annähernd vorhanden. Daraus folgt weiter, daß auch zwischen statischer Zugprobe und Kerbschlagprobe keine einheitliche Beziehung bestehen kann.

6. Das Verhältnis zwischen dynamischer und statischer Biegearbeit schwankte je nach Material und Kerbart zwischen 0·6 und 3·5.

7. Verschiedene Arten der Biegeprobe (statische oder dynamische) und der Kerbung ergeben eine ganz verschiedene Bewertung des Materials.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

III 8

BERICHT ÜBER IN DER LÄNGSRICHTUNG NORMALER ZYLINDRISCHER STÄBE DURCHGEFÜHRTE SCHLAGPROBEN.

Von **P. Welikhow**, Moskau.

Übersetzt aus dem Französischen von Ing. J. Fleischmann, Wien.

Zwecks Bestimmung des Widerstandsgrades, welchen die verschiedenen Konstruktionsmaterialien dem Schlage oder der dynamischen Belastung (bei Bestimmung der Brüchigkeit) entgegensetzen, wurde eine ganze Reihe von Versuchsmethoden angewendet, welche dazu dienen, die Metalle unter Schlagwirkung zu erproben.

Hiebei können die Untersuchungen und zwar sowohl bei Anwendung von Schlagproben als auch bei Anwendung statischer Proben, entweder durch Zug oder durch Druck oder durch Biegen der Probestäbe vorgenommen werden. Was jedoch die Schlagzugproben anbelangt, so sind dieselben heute noch nicht sehr verbreitet, wiewohl der durch Professor Martens hiefür konstruierte Apparat (Mitteilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten zu Berlin, 1891, IX. Jahrgang, 1. Heft) sich hiefür bestens bewährt und sehr gute Resultate ergibt (siehe später).

Das Hauptaugenmerk der Forscher war in den letzten Jahren auf Druckwirkung, mehr aber noch auf die Biegung der Probestäbe durch Schlag gerichtet. Diese beiden Versuchsprozesse weisen jedoch eine große Anzahl wesentlicher Fehler auf und es kann daher das Ergebnis dieser Versuche keineswegs mit dem Resultate der statischen Proben verglichen werden.

Bei jeder Schlagprobe wird als Endergebnis die bis zur Zerstörung des Probestabes geleistete Arbeit, bezogen auf die

Digitized by Google

Querschnittseinheit, bestimmt. Die Feststellung dieser Arbeitsgröße ist bei der Schlagdruckprobe eine sehr beschwerliche, weil ein Teil der Arbeit durch Nebenwiderstände aufgezehrt wird und weil bildsames Material durch Schlag nicht zerstört, sondern abgeplattet (gestaucht) wird. Die Feststellung der Arbeitsleistung kann daher nur unter bestimmten Umständen erfolgen. Man hat übrigens die Druckschlagprobe heute beinahe ganz aufgegeben.

Die gegenwärtig so viel angewandte Schlagbiegeprobe, welche, sowohl was die Konstruktion sehr guter Typen von Versuchsmaschinen als auch die Feststellung der für den Versuch selbst maßgebenden Regeln anbelangt, auf das sorgfältigste erforscht wurde, besitzt vom theoretischen Standpunkte aus dieselben, ja in mancher Beziehung sogar noch größere Mängel.

Erstens erfolgt die Biegeprobe mittels einer auf die Mitte des Stabes konzentrierten Belastung und zwar aus einer im Vergleiche zur Spannweite großen Höhe; es ist bekannt, welch komplizierte Erscheinungen in ähnlichen Fällen in den Körpern auftreten und wie sehr hier die exakte Theorie von der üblichen Elementartheorie der Biegung abweicht.

Zweitens bezieht man die für den Bruch erforderliche Arbeit auf die Querschnittseinheit des Probestabes, um jenen Wert zu bestimmen, welcher den Widerstand des Materiales gegen Schlag kennzeichnet. Bekanntermaßen wird aber die zur Biegung von Stangen mit gleichbleibendem Querschnitte erforderliche Arbeit durch eine ziemlich komplizierte Formel bestimmt, welche wohl nicht vollkommen für Beanspruchungen jenseits der Elastizitätsgrenze angewendet werden kann, die aber jedenfalls zeigt, daß die Biegearbeit dem Volumen und nicht dem Querschnitte des Stabes proportional ist. Aus diesen Umständen folgt mit Notwendigkeit die Erkenntnis, daß die gegenwärtig angewandten Versuchsmethoden, wenn sie auch unter gewissen Umständen interessante Ergebnisse zu liefern vermögen, nur eine qualitative, nicht aber eine quantitative Bestimmung der zu untersuchenden Eigenschaft geben können und mit anderen Versuchsmethoden nicht in Beziehung stehen.

Außerdem gestattet die heutige Schlagprobe wohl ein Urteil über die Brüchigkeit des Materiales, bietet aber keine Möglichkeit, die anderen Eigenschaften zu bestimmen.

Ohne zu leugnen, daß die Schlagbiegeprobe sehr interessante Resultate liefert und noch weiteren Studiums wert ist, gestatte ich

Digitized by Google

mir doch gleichzeitig das Studium der Schlagzugprobe zu empfehlen, die, nach den meinerseits vorgenommenen Versuchen, eine sehr zutreffende Charakteristik der mechanischen Eigenschaften des Versuchsobjektes zu liefern vermag und zu der, bekanntlich die Grundlage aller Erprobung bildenden Zerreißprobe in direkter Beziehung steht. Diese Probeart liefert nahezu alle jene Daten, welche man durch die statische Zugprobe erhält, dabei ist jedoch der Preis des für die Schlagprobe erforderlichen Apparates (Hammerwerk) ein weit geringerer, als beispielsweise jener der 50 t-Zerreißmaschine von Mohr & Federhaff.

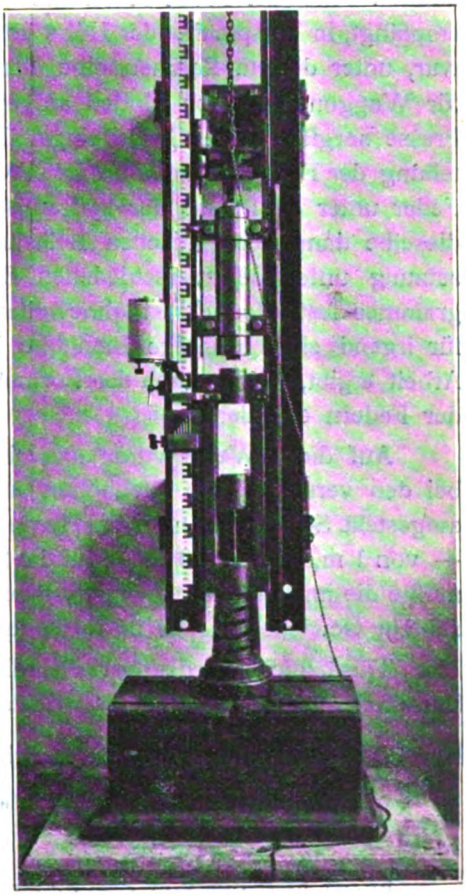


Fig. 1.

Die Einrichtung unserer Versuche war folgende: Im mechanischen Laboratorium der Kaiserlichen Ingenieurschule zu Moskau befindet sich ein Hammerfallwerk, welches nach der in den Mitteilungen der Versuchsstation zu Berlin (siehe Fig. 1 und 2) beschriebenen Type des Martensschen Hammers erzeugt wurde. Dieses Fallwerk wurde im Jahre 1899 mit der größten Sorgfalt aufgestellt und seither wird seine Normalstellung stets kontrolliert; dasselbe befindet sich fortlaufend im Betrieb und dient zur Untersuchung der dynamischen Belastung und der durch Schlag auftretenden Schwingungen elastischer Körper (siehe meine diesbezüglichen Untersuchungen in den „Annales de l'Ecole Impériale des Ingénieurs", Moskau, inoffizieller Teil, Band II, 1908).

Digitized by Google

Vor Durchführung der Schlagproben wurden die folgenden Vorarbeiten durchgeführt.

Nach Vorbereitung des Apparates für die Zerreißprobe haben wir vorerst in denselben keinen Probestab eingespannt, sondern es wurde, nachdem der Rahmen, welcher zur Aufnahme des unteren Teiles der Probe bestimmt ist und der den Schlag unmittelbar empfängt, in entsprechender Höhe über den Schienen fixiert worden war, unter diesem Rahmen eine dreifache Spiralfeder nach dem für Waggons üblichen Modell aufgestellt, welche vorher unter der Presse sorgfältigst in Grade eingeteilt worden war. Die Gradeinteilung der Feder wurde auf solche Weise durchgeführt, daß man die Feder unter die Presse der hydraulischen Versuchsmaschine stellte, dieselbe dann der statischen Belastung unterwarf und die Federsetzung unter den verschiedenen Belastungen mittels eines Diagrammes festlegte. Es ist ohneweiters klar, daß die Fläche des für irgend eine beliebige Pfeilhöhe bestimmten Diagrammes jene Arbeit ergibt, welche nach der Formel $T = {}^1/_2 P \cdot f$ für die Setzung der Federn erforderlich ist.

Auf diese Weise wurde das Diagramm der durch die Federn bei den verschiedenen Pfeilhöhen aufgenommenen Arbeitsmengen aufgestellt. Sodann ließ man den Hammerbär aus verschiedenen Höhen — von 1 m, 2 m und 3 m — auf die Spiralfedern fallen. Theoretisch müßte die im Hammerbär angesammelte Arbeitsmenge, entsprechend seinem Gewicht 56, 112 und 168 kgm betragen.

Tatsächlich wurde aber die mittlere Pfeilhöhe der dreifachen Spiralfeder nach den einzelnen Schlägen wie folgt abgelesen:

Bei	1	m	=	38	mm,	was	einer	Arbeit	von	31 kgm entspricht
„	2	„	=	53	„	„	„	„	„	64 „ „
„	3	„	=	63	„	„	„	„	„	104 „ „

Es ist also die von der Feder absorbierte Arbeit bedeutend geringer als jene, welche sich aus der Fallhöhe des Hammers ergibt. Dieser Umstand erklärt sich auf folgende Weise:

1. Während des Falles reibt sich der Hammer an den Führungen, wodurch ein Teil der Arbeit verloren geht.

2. Ein weiterer Teil der Arbeit wird durch die Deformation des Hammerbären selbst sowie durch die Deformation des Rahmens aufgezehrt.

Digitized by Google

Von welcher Größe aber immer die wahrgenommenen Verluste auch sein mögen, durch die Einrichtung unserer Versuche können dieselben genau berechnet werden, denn zur Wirkung auf die Feder selbst kommt ohne Zweifel nur jene restliche Arbeits-

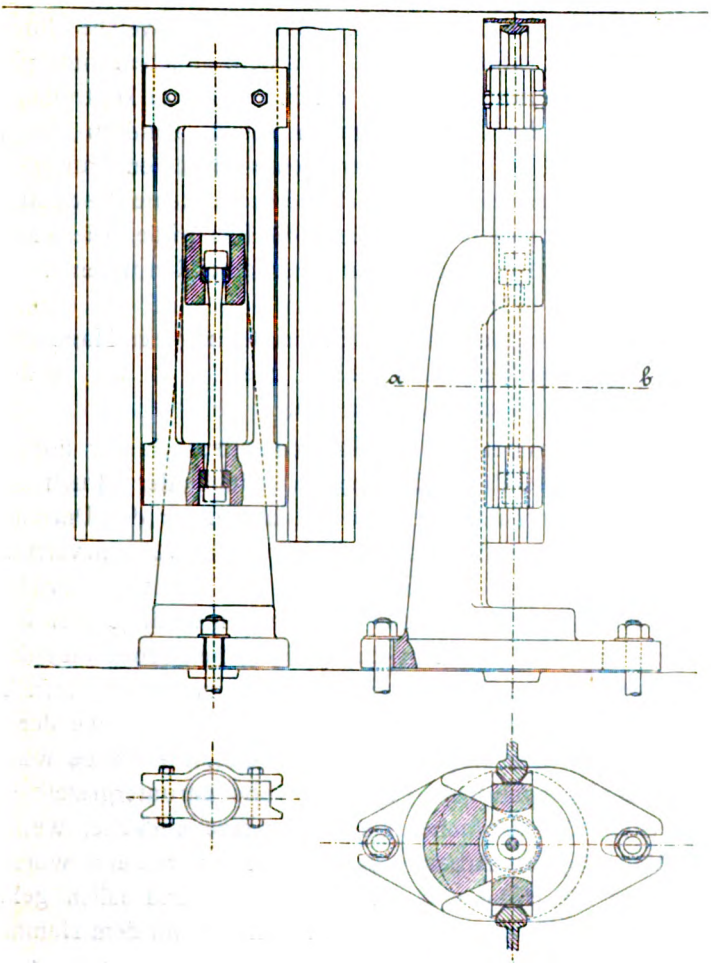


Fig. 2.

menge, welche sich aus der nach dem Schlag verbleibenden Pfeilhöhe der Feder ergibt.

Es sei noch bemerkt, daß die Federpfeilgröße für jede Fallhöhe durch zahlreiche Versuche, welche übereinstimmende Resultate lieferten, ermittelt wurde und daß die eigentliche zahlenmäßige

Digitized by Google

Bestimmung der Pfeilgröße auf ebenso einfache, als genaue Weise mittelst einer Einrichtung vorgenommen wurde, bei welcher eine Reihe von vertikalen Zeigern verschiedener Höhe durch Öffnungen einer Holzlatte frei hervorragten. Die Belastung bewirkte ein Niederdrücken dieser Zeiger und der niedergedrückte Teil derselben zeigte die Größe der Formänderung an. Jene Zeiger, welche durch das Fallgewicht nicht niedergedrückt wurden, blieben im gleichen Horizont und gestatteten derart, die Pfeilgröße zu kontrollieren. Da die Zeiger nicht durch den Hammer selbst, sondern durch den Rahmen (siehe Fig. 2), welcher keine Beschleunigung besitzt, niedergedrückt werden, können auch die Zeiger keine Beschleunigung erhalten und bestimmen daher genau die Pfeilgröße. Diese Methode liefert äußerst richtige Resultate und wurde bei den unten erwähnten Versuchen angewendet.

Nach der vorgeschriebenen Gradeinteilung des Hammerbären, gingen wir zu den Versuchen selbst über, d. h. wir setzten die Zerreißprobestäbe in den Apparat ein.

Die Längendimension der Proben entsprach der normal für zylindrische Probestäbe üblichen; da jedoch der Bruch solcher Proben eine zu große Arbeit erfordert, haben wir den Durchmesser des mittleren Teiles verringert. Auf die Länge von 110 mm verringerten wir den Durchmesser des Probestabes bis auf ungefähr 10 mm und legten bei Berechnung der Dehnung eine Länge von 100 mm zugrunde. Es besaßen derart die zylindrischen Probestäbe dreierlei Durchmesser — am Kopfe zirka 25 mm, an den äußeren Teilen zirka 15 mm und in der Mitte zirka 10 mm. Die Länge der Probe betrug zwischen den Köpfen zirka 240 mm. Die Probe wurde in den Apparat eingespannt, die Feder wie früher daruntergestellt, jedoch jetzt an Stelle der dreifachen Feder nur eine einfache, weil diese für die Messung der Arbeit empfindlicher ist. Sodann wurde der Hammer auf die Höhe von 3 m aufgezogen und fallen gelassen. Nach dem Falle brach die Probe, der Rahmen mit dem Hammerbär setzten ihre Bewegung fort und lagerten sodann auf der Feder, indem sie dieselbe nach Maßgabe der nach dem Bruch der Probe im Hammerbär verbliebenen lebendigen Kraft mehr oder weniger zusammendrückten. Es ist klar, daß die bei dem ersten Versuche (ohne Probestab) durch die dreifache Feder aufgezehrte Arbeit des Hammerbären abzüglich der durch die einfache Feder bei dem zweiten Versuche (mit dem Probestab) verbrauchten Arbeit jener

Digitized by Google

Arbeitsmenge gleichkommt, welche für den Bruch der Probe erforderlich war.

Tatsächlich sind alle übrigen Bedingungen die gleichen geblieben: die Reibung an den Führungsflächen ist in beiden Fällen genau die gleiche, da der Hammer denselben Teil der Führungen durchläuft. Ebenso ist der Arbeitsverlust durch die Deformation des Hammerbären und des Rahmens derselbe und es besteht überhaupt nur ein einziges neues Hindernis, welches sich der Bewegung des Hammerbären entgegensetzt und die auf die Feder wirkende Arbeit vermindert — der Probestab.

Die Gradeinteilung einer kleinen Feder entspricht derjenigen der großen und ebenso ist die Zusammendrückung der ersteren eine der letzteren proportionale.

Außer der Brucharbeit kann auch die Dehnung des Stabes in Prozenten und die Kontraktion des Querschnittes bestimmt werden.

Der Versuch liefert demnach drei Werte:

1. Die Brucharbeit (der lebendige dynamische Widerstand).
2. Die Dehnung des Probestabes.
3. Die Kontraktion des Querschnittes.

Es mögen nunmehr die Zahlenwerte der Versuchsergebnisse folgen. Für die Untersuchungen bedienten wir uns dreier Arten von Flußeisen bezw. Flußstahl verschiedener Härte. Es wurde eine Reihe von Proben vorgerichtet und einige derselben auf der gewöhnlichen Maschine von Mohr & Federhaff zerrissen. Dieses letztere geschah zwecks Gegenüberstellung der Ergebnisse der gleichdimensionierten Proben, welche auf der Maschine und jener, welche durch Schlag gebrochen wurden; die ersteren waren demnach gleichfalls 110 mm lang und wiesen im mittleren Teil einen Durchmesser von 10 mm auf. Gleichzeitig wurden Diagramme aufgestellt, um das Verhältnis ihrer Fläche (Flächengrad) zu bestimmen.

Die statischen Versuche haben folgende Resultate ergeben (wir geben hiebei die durchschnittlichen Ergebnisse von drei Proben jeder Sorte an): Tabelle siehe S. 8.

Es sei bemerkt, daß unter „Flächengrad des Diagrammes“ jener Wert verstanden ist, der zeigt, den wievielten Teil des um das Bruchdiagramm gelegten Rechteckes die genaue Fläche des Diagrammes bildet, das bekanntlich ein Maß des für den Bruch der Probe aufgewendeten Arbeit gibt.

Digitized by Google

	Flußeisen	Flußstahl	Sehr harter Flußstahl
Bruchbelastung . . . . . kg	3050	5240	6630
Elastizitätsgrenze . . . . . kg	2150	3050	3940
Elastizitätsgrenze . . . . . %	70	60	60
Bruchfestigkeit (F) . . . . . kg/mm²	39	67	88
Dehnung . . . . . %	31	30	8
Kontraktion . . . . . %	63	43	23
Flächenverhältnis des Diagrammes (α) . . %	90	90	90
F + 2α	101	107	104
F.α	1209	1340	704

Diese Arbeit ist gleich dem Produkt aus der Bruchbelastung multipliziert mit dem Maß der totalen Dehnung, zwischen den Köpfen gemessen, und dem Flächengrad. Wenn diese Arbeit mit T bezeichnet wird, die Bruchbelastung mit P, die ganze Verlängerung zwischen den Köpfen mit Δl und der Flächengrad mit α, erhalten wir

$$T = \alpha \, . \, P \, . \, \Delta l$$

woraus, da T, α und Δl tatsächlich bekannt sind, sich ergibt, daß

$$P = \frac{T}{\alpha \, \Delta l}$$

(diese Formel werden wir später anwenden).

Gehen wir nunmehr zu den Ergebnissen der Schlagproben über. (Es wurden bis zu 10 Stäben von jeder Art geprüft):

	Flußeisen	Flußstahl	Sehr harter Flußstahl
Fallhöhe des Hammerbären . . . . . m	3	3	3
Lebendige Arbeit des Hammerbären vor dem Bruch . . . . . kgm	101	101	101
Setzung der Feder nach dem Bruch . . mm	37	40	56
Von der Feder absorbierte Arbeit . . kgm	12	14	28
Zum Bruch aufgewendete Arbeit . . . kgm	89	87	73
Dehnung . . . . . %	32	20	11
Totale Dehnung zwischen den Köpfen . mm	33	20·5	11·7
Kontraktion . . . . . %	69	48	24
Bruchbelastung nach der Formel: $P = \frac{T}{\alpha \, . \, \Delta \, . \, l}$ . . . . . kg	3040	4720	6930

Digitized by Google

Bei Prüfung dieser Tabellen wolle man im Auge behalten, daß die Versuche noch nicht vollständig beendet sind und die letzten Arbeiten ohne Zweifel noch übereinstimmendere Resultate liefern werden.

Auf Grund der Ergebnisse dieser Versuche und nach Zusammenfassung aller früher dargelegten Erwägungen gestattete ich mir die folgenden Schlüsse zu ziehen:

1. Die Kerbschlagbiegeprobe bietet ohne Zweifel großes Interesse, da dieselbe die Brüchigkeit des Materiales treffend charakterisiert; sie ist auch sehr verbreitet. Da diese Probe jedoch nicht in direkter Beziehung zu den normalen, grundlegenden Zerreißproben steht, giebt sie nur die Bestimmung des lebendigen Widerstandes des Materiales und gestattet keinen Vergleich ihrer ziffermäßigen Ergebnisse mit jenen der statischen Zerreißprobe.

2. Die Schlagzerreißprobe mit normalen Probestäben kann mittelst des Martens'schen Hammerbären leicht durchgeführt werden. Hiebei ist es möglich, dadurch, daß mittelst in Grade genau eingeteilter Federn die im Fallgewicht angesammelte Arbeitsmenge vor dem Bruche gemessen wird, die Brucharbeit mit hinreichender Genauigkeit festzustellen. Gleichzeitig ergibt sich dann auch die Dehnung des Probestabes (sowohl die totale als auch die Dehnung für eine Länge von 100 mm) und die Kontraktion des Querschnittes.

3. Die bei der Schlagzugprobe auftretenden Resultate ergeben Zahlenwerte, welche mit den Resultaten der statischen Versuche übereinstimmen; Dehnung, Kontraktion und Bruchbelastung bleiben gleich. Letztere ergibt sich aus der Brucharbeit und der gesamten Längenänderung der Probe, indem man von der Annahme ausgeht, daß der Flächengrad (Flächenverhältnis) des Bruchdiagrammes 90% beträgt.

4. In Übereinstimmung mit dem Gesagten wird die statische Zugprobe, welche den lebendigen Widerstand des Materiales bestimmt, durch die Schlagzugprobe nicht nur vervollständigt, sondern kann durch dieselbe in gewissen Fällen überhaupt ersetzt werden, da diese letztere alle jene die Eigenschaften des Materiales, mit Ausnahme der Elastizitätsgrenze, charakterisierenden äußerst wichtigen Daten liefert, deren Wert sich als ein bestimmter Teil der Bruchbelastung qualifiziert.

Digitized by Google

Die Anwendung der Schlagzugprobe kann auch noch deshalb empfohlen werden, weil der Preis des Fallhammers samt Zugehör weit geringer ist, als jener der Zerreißmaschine und weil die Unvollkommenheiten in der Aufstellung eines Fallhammers keineswegs für das Resultat bedenklich sind, sondern durch Verwendung der oben beschriebenen Federn genau in Rechnung gezogen werden können.

5. Die obigen Erwägungen führen zu dem Wunsche, daß die Schlagzugprobe in den Laboratorien in gleicher Weise wie die Schlagbiegeprobe üblich werden möge und daß die in den Laboratorien unternommenen Studien es ermöglichen, sich ein definitives Urteil über den Nutzen dieser Versuchsmethode zu bilden, welche bereits durch Prof. Martens erforscht wurde, aber bis zum heutigen Tage nicht die verdiente Verbreitung gefunden hat.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

IV1

DIE WIDERSTANDSFÄHIGKEIT VON STAHL GEGEN WIEDERHOLTE WECHSELNDE BELASTUNGEN.

Von **James E. Howard**, Watertown, Mass.

(Übersetzung aus dem Englischen.)

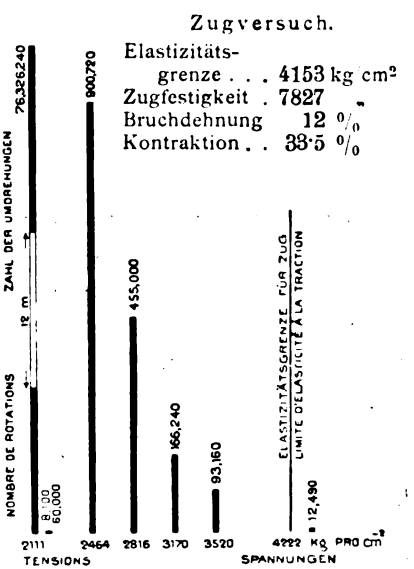
Von den Ergebnissen von Versuchen über die Widerstandsfähigkeit von Stahl gegen wiederholte wechselnde Belastungen (Schwingungsfestigkeit) ist seit lange mit Nutzen Anwendung gemacht worden, da seit den berühmten Versuchen Wöhlers viele Forscher Untersuchungen in dieser Richtung angestellt haben. Wenn auch dadurch unsere allgemeinen Kenntnisse über den Gegenstand eine wesentliche Erweiterung erfahren haben, so sind wir doch völlig im unklaren über die Vorgänge, durch welche der Bruch angebahnt und schließlich herbeigeführt wird.

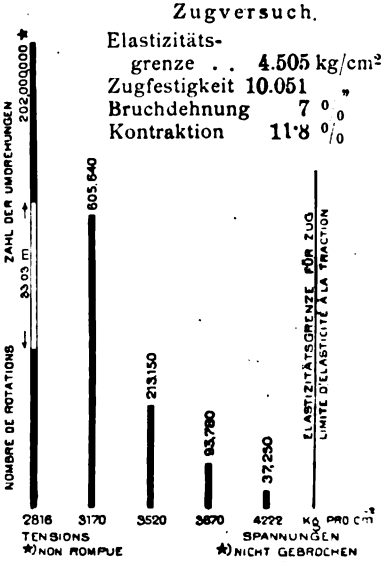
In Anbetracht dieses Umstandes soll mit Zustimmung des Verbandes die Frage an der Hand der im Laboratorium zu Watertown angestellten Versuche zur Diskusion gestellt werden.

Die in Tabellen und Diagrammen zusammengestellten Ergebnisse dieser Versuche betreffen sechs verschiedene Sorten von Siemens-Martin-Stahl, deren Kohlenstoffgehalt zwischen 0·17 und 1·09 % liegt; das Versuchsmaterial wurde in Form von warm gewalzten Stangen verwendet, welche in derselben Weise wie gewöhnliche Handelsware appretiert waren. Aus diesen wurden zylindrische Wellen von 2·54 cm Durchmesser hergestellt mit 83·82 cm Entfernung zwischen den Auflagern. Die Wellen wurden durch zwei zur Mitte symmetrisch um 10 cm von einander abstehende Lager belastet, um auf diese Weise in der Mittelpartie ein konstantes Biegungsmoment zu erhalten, und wurden mit 500 minutlichen Touren in Umdrehung versetzt.

Digitized by Google

Das nachstehende Bild zeigt die Versuchsmaschine; in den folgenden Diagrammen ist die Zahl der abwechselnd wirkenden (schwingenden) Belastungen verschiedener Stärke dargestellt, welche erforderlich waren, um die verschiedenen Versuchswellen zum Bruche zu bringen. Die niedrigste Belastung von 2110 kg pro cm² wurde bei einer Welle (Kohlenstoffgehalt 0·55 %) angewendet, ohne dieselbe zum Bruche zu bringen. Nach Ablauf von 76,326.240 schwingenden Belastungen wurde die Belastung verdoppelt (auf





Schwingungsbeanspruchung von Stahl mit 0·55 C Gehalt.

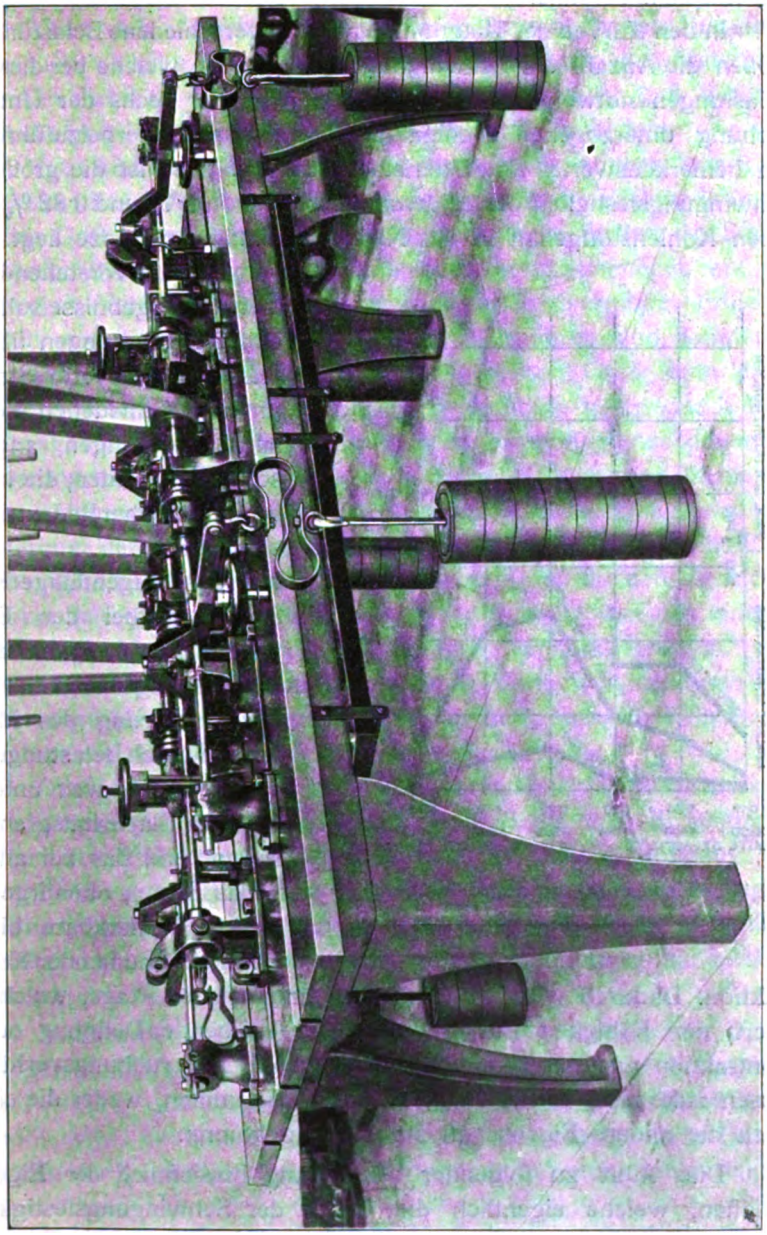
Schwingungsbeanspruchung von Stahl mit 0·82 C Gehalt.

Fig. 1 und 2.

4220 kg pro cm²); der Bruch der Welle trat dann nach 8100 schwingenden Belastungen von dieser Stärke ein.

Aus den beiden Diagrammen 1 und 2 kann man die Daten über die relative Schwingungsfestigkeit von zwei Stahlsorten entnehmen. In dem Maße, als die Spannungen verstärkt werden und sich der Elastizitätsgrenze der betreffenden Stahlsorte nähern, ist eine rasche Abnahme der Schwingungsfestigkeit zu beobachten. Wenn man das Intaktbleiben des Materiales nach mehreren 100 Millionen wechselnder Belastungen als unbegrenzte Schwingungsfestigkeit

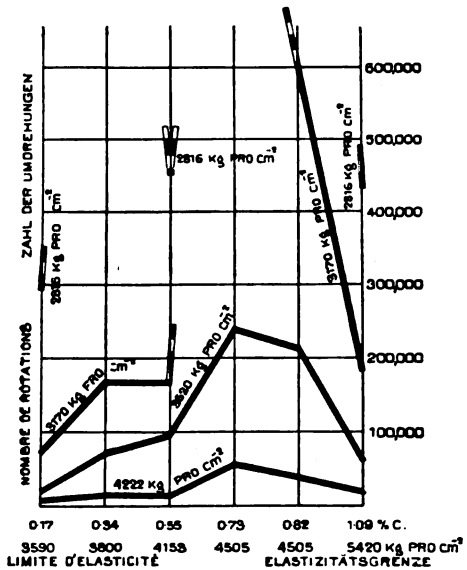
Digitized by Google



Digitized by Google

bezeichnet, so liegt die Grenzspannung hiefür sehr stark unterhalb der Elastizitätsgrenze.

In den Kurven des Diagrammes 3 ist für verschiedene Belastungsgrößen die Anzahl der Schwingungen dargestellt, welche bei diesen Belastungen notwendig waren, um bei jeder der sechs der Untersuchung unterzogenen Stahlgattungen den Bruch herbeizuführen. Ein bemerkenswertes Charakteristikon der Versuche ist die größere Schwingungsfestigkeit der beiden Stahlsorten von 0·73 und 0·82 % C, deren Kohlenstoffgehalt in der Nähe der Sättigungsgrenze liegt.



Schwingungsbeanspruchungen.

Fig. 3.

An die vorstehenden Versuchsergebnisse sollen einige Bemerkungen über das Verhalten von Stahl unter verschiedenen Versuchsbedingungen angeschlossen werden, die von grundsätzlicher Bedeutung sein dürften.

Eine augenfällige Erscheinung bei der Erprobung von Stahl auf Schwingungsfestigkeit ist die Zerstörung des Materiales durch Belastungen, welche noch weit unterhalb der Elastizitätsgrenze liegen, und das bei allen sechs Sorten ohne irgend welche bemerkbare bleibende Dehnung oder Kontraktion. Dadurch wird es wirklich zu einer offenen Frage, welchen Wert der Fähigkeit des Stahles, eine bleibende Dehnung oder Kontraktion anzunehmen, unter derartigen Beanspruchungsverhältnissen zukommt, bei welchen, praktisch genommen, weder die eine noch die andere Eigenschaft zur Geltung kommt.

Dies führt zu folgender Überlegung hinsichtlich der Eigenschaften, welche eigentlich die Größe der Schwingungsfestigkeit des Stahls bedingen. Da es eine Tatsache ist, daß Beanspruchungen unterhalb der Elastizitätsgrenze schließlich zum Bruche führen,

Digitized by Google

muß man annehmen, daß die tatsächlichen Spannungen, welche die Trennung benachbarter Teilchen des Metalles bewirken, örtlich den Wert der Zugfestigkeit des Materiales annehmen. Dieselben Ursachen, welche die gleichmäßige Beanspruchung des Materiales unwahrscheinlich machen, sprechen auch dafür, daß örtliche Spannungen Werte oberhalb des Mittelwertes annehmen.

Die Annahme des Auftretens innerer Spannungen kann Ergebnisse dieser Art begreiflich machen und starke Schwankungen in der Größe der Spannungen an verschiedenen Stellen des Stahls erklären. Bis zu welchem Grad solche Verschiedenheiten auf die zeitweise Veränderung des Elastizitätsmodul vermöge örtlicher Überbeanspruchung des Materiales zurückzuführen sind, kann nur vermutet werden, aber bis zu einem gewissen Grad kann diese Ursache gewiß zeitweise mitspielen. Bekanntlich treten durch Einwirkung von Spannungen oberhalb der Elastizitätsgrenze dauernde Änderungen der Dichte auf, wenn diese Spannungen bleibende Formänderungen hervorrufen. Unter der Voraussetzung, daß die Änderung der Dichte und die inneren Spannungen sich in ihren Wirkungen verstärken, könnte man erwarten, daß die den Versuchsspannungen entsprechenden Dehnungen durch die von den inneren Spannungen hervorgerufenen Dehnungen verstärkt werden, und daß die wirklichen Maximalspannungen Werte weit oberhalb der rechnungsmäßigen annehmen, die sich in gewissen Fällen der Bruchgrenze des Materiales für Zug nähern.

Der Verfasser hält es nicht für wesentlich, daß das Ansteigen der Spannung von der Elastizitätsgrenze bis zur Bruchgrenze immer von Fließerscheinungen begleitet ist. Die Ausbildung der Bruchdehnung hängt auch von der Form ab, und die Bedingungen, welche bei einem gewöhnlichen Zugprobestab einer solchen Dehnung günstig sind, können fehlen, wenn innere Spannungen zur Herbeiführung des Bruches beitragen.

Kaltbearbeitung, wie zum Beispiel das Ziehen von Draht, hat gewöhnlich eine Erhöhung der Zugfestigkeit zur Folge, und die Tatsache, daß die Zugfestigkeit durch mechanische Bearbeitung erhöht wird, ist eine so allgemeine, daß die offenkundige Herabsetzung der Zugfestigkeit durch schwingende Belastung einigermaßen überraschend ist.

Bei Blauwärme, das ist zwischen 200 und 320° C, wurde die zur Herbeiführung des Bruches notwendige Zahl von schwingenden

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

IV 2

QUALITÄTS- UND DAUERVERSUCHE MIT KUPFERDRÄHTEN.

Von Prof. **F. Schüle** und **E. Brunner** in Zürich.

Die stets wachsende Verwendung von Kupferdraht für elektrische Leitungen, insbesondere für Trolleydrähte bei elektrischen Bahnen, erfordert eine genaue Kenntnis der mechanischen Eigenschaften des im Handel befindlichen Materials und eine feste Unterscheidung der unter weichem, halbhartem und hartem Kupfer bezeichneten Drahtsorten.

Die eidg. Materialprüfungsanstalt in Zürich hat daher in Verbindung mit dem schweiz. elektrotechnischen Vereine eine ausgedehnte Untersuchung der Qualität der Drähte aus sechs verschiedenen Kupferwerken in fünf verschiedenen Stärken durchgeführt, deren Ergebnisse in nachfolgenden Tabellen I und II enthalten sind.

Wenn die weichen und harten Kupferdrähte in ihren mechanischen Eigenschaften nach den einzelnen Werken nur geringe Veränderungen erfahren, so sind hingegen die halbharten Kupferdrähte je nach Herkunft und Durchmesser sehr verschieden.

Die Trolleydrähte sind an den Aufhängstellen lokalen Biegungen ausgesetzt, welche ihre Dauer sehr nachteilig beeinflussen; neben den Biegungsspannungen treten noch die mit dem Pfeil des Drahtes und mit der Temperatur zusammenhängenden Zugspannungen auf. Auf Veranlassung des schweiz. Eisenbahndepartements in Bern sind daher in der eidg. Materialprüfungsanstalt von 1905—1908 Dauerbiegeproben mit 8 mm-Draht aus weichem, halbhartem und hartem Kupferdraht bei verschiedenen Zugbeanspruchungen zur

Digitized by Google

Ausführung gekommen. Tabelle III enthält die Resultate der Qualitätsproben des Kupfermaterials, Tabelle IV diejenigen der Dauerbiegeproben.

Es geht aus diesen Versuchen hervor, daß nur hartes Kupfer bei einem Biegungsradius von 4 m und einer Zugbeanspruchung des Drahtes von 0.2 t/cm² mehrere Millionen Hin- und Herbiegungen ohne Bruch ausgehalten hat. Das Verzinnen des Drahtes aus Hartkupfer bei 300° eine Minute lang hat den Einfluß, das Material so zu verändern, daß es sich nahezu als weiches Kupfer bei den Proben verhält.

I. Serie. Gewöhnliche Qualitätsproben von Kupferdrähten.

An Versuchsmaterial standen der Anstalt zur Verfügung: Aus sechs verschiedenen Kupferwerken je ein Sortiment Drähte aus weichem, halbhartem und hartem Material mit Durchmessern von 1, 2, 4, 6 und 8 mm.

Mit diesem Material wurden folgende Proben ausgeführt:

1. Zerreißproben mit Bestimmung der Zugfestigkeit, Kontraktion, Dehnung und Zerreißarbeit, letztere beiden erhoben am automatisch aufgenommenen Diagramm; zum Vergleich wurde die Zerreißarbeit noch berechnet aus der Multiplikation der spezifischen Werte von Zugfestigkeit und Dehnung.

2. Torsionsproben mit Bestimmung der Anzahl Verwindungen bis zum Bruch bei 20 cm Einspannlänge mit Berechnung des Torsionskoeffizienten, gleich dem mittleren Weg eines Punktes der Drahtoberfläche beim Bruch, bezogen auf 1 cm Drahtlänge nach der Formel $G = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{l}$, wobei d = Drahtdurchmesser, n = Anzahl Verwindungen beim Bruch, l = Einspannlänge bedeutet.

3. Umschlagproben mit Erhebung der Anzahl Biegungen um 180° über einen Dorn, dessen Durchmesser die fünffache Dicke des Drahtes beträgt. Zur Durchführung der Proben wurden die bekannten Apparate von Amsler-Laffon & Sohn in Schaffhausen verwendet.

II. Serie Dauerbiegeproben mit Kupferdrähten.

Zur Durchführung dieser Proben wurde in der Materialprüfungsanstalt ein Apparat konstruiert, welcher gestattete, vier Drähte gleichzeitig zu prüfen und dieselben bei wechselbarer Hubhöhe

Digitized by Google

unter beliebiger Belastung und über beliebige Radien hin- und herzubiegen, bis Bruch des Drahtes erfolgte.

Die Anzahl Biegungen jedes Drahtes konnte durch Tourenzähler ermittelt werden, welche beim Bruch des Drahtes automatisch ausgeschaltet wurden. Der Apparat arbeitete mit einer Geschwindigkeit von zirka 54 Hin- und Herbewegungen per Minute während acht bis neun Stunden im Tag.

Das Versuchsmaterial wurde vom Hause Felten & Guilleaume, Carlswerk, Mülheim a. Rhein, geliefert und bestand aus weichem, halbhartem und hartem Kupferdraht von 8 mm Durchmesser mit nachstehenden Qualitätszahlen. Sämtliche Drähte gelangten im Anlieferungszustand zur Prüfung, überdies wurden vom harten Draht eine Anzahl Abschnitte verzinnt und nach dem Erkalten den gleichen Proben unterworfen.

Digitized by Google

Resultate der Zerreißproben.

Mittelwerte aus 2 Versuchen.

Tabelle I.

Drahtstärke d = cm	Zugfestigkeit β = t/cm²						Kontraktion φ = %						Dehnung λ = %						Deformationsarbeit per cm³ aus dem Diagramm						Deformationsarbeit per cm³ $\frac{\beta \cdot \lambda}{100}$					
	Kupferwerk						Kupferwerk						Kupferwerk						Kupferwerk						Kupferwerk					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
Weiche Kupferdrähte.																														
0·8	2·36	2·36	2·18	2·40	2·32	2·24	72	74	72	62	61	75	40·3	39·3	45·2	39·2	34·4	40·1	0·69	0·64	0·70	0·67	0·62	0·67	0·95	0·93	0·97	0·94	0·80	0·90
0·6	2·25	2·46	2·29	2·37	2·37	2·43	72	71	69	69	69	75	39·6	38·6	40·1	38·2	37·1	36·8	0·68	0·67	0·65	0·66	0·66	0·64	0·90	0·95	0·92	0·91	0·88	0·89
0·4	2·49	2·45	2·48	2·48	2·42	2·51	72	74	66	69	68	76	36·8	38·0	38·1	34·6	31·3	36·2	0·69	0·70	0·67	0·62	0·56	0·68	0·92	0·93	0·95	0·86	0·73	0·91
0·2	2·57	2·50	2·49	2·61	2·52	2·55	62	70	68	70	74	79	39·7	35·4	36·3	36·9	35·6	30·2	0·78	0·65	0·64	0·71	0 67	0·65	1·02	0·89	0·90	0·96	0·90	0·77
0·1	2·50	2·53	2·38	2·56	2·50	2·53	63	66	75	70	77	76	34·6	29·8	36 0	35·4	34·7	32·2	0·60	0·58	0·63	0·67	0·65	0·60	0·86	0·76	0·85	0·91	0·87	0·81
Halbharte Kupferdrähte.																														
0·8	2·56	3·80	3·19	2·88	2·68	3·14	68	46	57	62	61	58	21·1	2 6	4·9	15·6	20·0	3·3	0·51	0·09	0·15	0·44	0·52	0·10	0·54	0·10	0·16	0·45	0·54	0·11
0·6	2·63	3·81	3·33	3·01	2·82	3·27	62	59	60	58	64	62	9·5	2·1	4·2	9·2	14·9	3·0	0·24	0·08	0·12	0·27	0·40	0·09	0·25	0·08	0·14	0·28	0·42	0·10
0·4	2·90	4·18	3·60	3·24	3·05	3·52	67	47	61	64	64	63	13·0	2·0	3·2	3·9	4·8	1·6	0·37	0·07	0·11	0·11	0·13	0·05	0·38	0·08	0·12	0·12	0·14	0·06
0 2	3·50	4·11	3·84	3·59	3·54	4·04	65	52	52	59	63	50	2·9	1·4	1·4	1·6	2·7	1·1	0 09	0·05	0·04	0·05	0·09	0·04	0·10	0·06	0·05	0·06	0·09	0·05
0·1	3·56	3·75	3·94	3·06	2·90	3·72	55	53	48	61	65	59	0·9	1·1	0·8	1·8	3·1	1·0	0·03	0·04	0·03	0·05	0 09	0·03	0 03	0·04	0·03	0·05	0·09	0·04
Harte Kupferdrähte.																														
0·8	3 38	3·63	3·90	3·93	3·70	4·14	56	51	47	45	45	49	2·4	3·0	3·0	4·0	3·2	2 2	0·07	0·10	0·11	0·15	0·11	0·08	0 08	0·11	0·12	0·16	0·12	0·09
0·6	3·79	3·96	3·61	4·00	3·73	4·38	59	45	53	47	50	50	2·2	2·2	3·3	2·6	3·0	1 8	0·07	0·08	0·11	0·09	0·10	0·07	0·08	0·09	0·12	0·10	0·11	0·08
0·4	4·12	4·28	4 03	4·30	4·00	4·30	52	51	44	54	49	47	2·7	1·7	2·1	1·8	2·5	1·5	0 10	0·06	0·07	0·07	0·09	0·06	0·11	0 07	0·08	0·08	0·10	0·07
0·2	4·22	4 78	4·50	4·61	4·29	4·47	47	37	46	40	50	41	1·2	1·0	1·4	1·2	1·5	1·0	0·04	0·04	0·05	0·05	0·06	0·04	0·05	0·05	0·06	0·06	0·07	0·05
0·1	3·94	3·56	4·16	4·02	4·12	4·50	50	44	55	51	48	51	1·0	0·7	1·0	1·1	0·9	1·1	0·03	0·02	0·03	0·03	0·03	0·04	0 04	0·03	0·04	0 04	0·04	0·05

Digitized by Google

Resultate der Torsions- und Umschlagproben.

Tabelle II.

Mittelwerte aus 3 und 2 Versuchen.

Drahtstärke d = cm	Anzahl der Verwindungen						Torsionskoeffizient S						Anzahl der Umbiegungen um 180°						Bemerkungen
	Kupferwerk						Kupferwerk						Kupferwerk						
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	
Weiche Kupferdrähte.																			
0·8	21·1	20·7	28·1	24·3	23·8	30·3	4·12	3·98	4·93	3·46	3·27	4·42	9	9	9	7	8	9	[1] Im freien Teil gebrochen, bei allen übrigen Proben erfolgte Bruch am Kopfe.
0·6	33·9	27·3	33·4	34·5	33·2	39·3	4·34	3·80	4·03	3·87	3·84	4·28	9	8	8	8	8	5	
0·4	47·0	46·2	44·5	48·2	[1] 62·9	[1] 63·4	4·16	3·94	2·91	3·37	3·99	3·99	8	10	6	7	7	6	
0·2	82·2	89·2	67·4	93·8	[1] 115·5	[1] 93·7	3·93	3·96	3·30	3·73	3·64	2·96	11	14	10	10	10	9	
0·1	167·8	163·7	172·9	182·2	193·4	176·6	3·26	2·98	3·39	4·51	4·37	3·10	12	8	11	15	11	11	
Halbharte Kupferdrähte.																			
0·8	27·8	7·2	21·1	25·9	[2] 19·7	24·1	3·51	0·91	2·65	3·25	3·06	3·04	8	4	4	7	5	4	
0·6	31·2	16·7	36·4	[3] 19·1	37·0	29·9	3·20	1·58	3·44	[3] 0·84	3·62	2·85	7	5	7	5	7	7	
0·4	53·3	41·4	53·3	54·3	49·2	66·1	3·39	2·62	3·36	3·42	3·10	4·16	7	3	6	6	5	7	
0·2	89·9	94·8	84·4	[2] 116·3	106·4	96·0	3·22	3·03	2·62	3·80	3·30	3·03	10	7	4	7	9	6	
0·1	130·2	150·9	145·1	240·4	[2] 210·2	59·8	2·06	2·35	2·25	3·87	4·00	0·93	9	9	7	15	13	6	[2] Bruch erfolgte am Kopfe.
Harte Kupferdrähte.																			[3] Material unganz.
0·8	9·2	15·1	11·0	7·5	13·4	18·0	1·17	1·91	1·42	0·94	1·68	2·27	5	4	4	5	4	4	
0·6	16·2	10·9	23·1	19·9	31·0	17·8	1·54	1·01	2·17	1·88	2·92	1·69	6	3	4	3	4	4	
0·4	39·2	31·3	18·7	43·0	31·0	30·6	2·46	1·91	1·19	2·68	1·94	1·94	4	5	2	5	4	4	
0·2	71·8	44·0	60·7	53·7	77·1	64·7	2·27	1·41	1·92	1·69	2·39	2·01	6	2	6	6	7	4	
0·1	[2] 85·8	42·8	170·8	51·5	66·4	79·2	1·70	0·66	2·73	0·82	1·06	1·27	8	4	6	6	6	8	

Digitized by Google

Tabelle III.

Resultate

der Qualitätsproben des für Dauerproben verwendeten Kupferdrahtes, $\Phi = 8$ mm.

Draht-sorte	Zerreißproben			Torsionsproben		Umschlagproben Anzahl Biegungen um 180° Dorndurchmesser = 4·0 cm	Bemerkungen
	Zugfestigkeit β = t/cm²	Dehnung auf 15 cm λ = %	Def. Arbeit $\frac{\beta \cdot \lambda}{100}$	Anzahl Verwindungen auf $l = 20$ cm n	Torsionskoeffizient $\frac{n \cdot \pi \cdot d}{l}$		
1. Sendung: Mittelwerte aus 2 bis 3 Versuchen.							
Weich	2·44	38·25	0·94	20·6	2·59	7	
Halbhart . .	3·04	8·00	0·24	24·7	3·11	6	
Hart	3·99	3·28	0·13	9·7	1·21	8	
Hart, verzinnt bei 270–280°	3·90	3·73	0·15	11·9	1·39	6	
2 Sendung: Mittelwerte aus 3 Versuchen.							
Weich	2·42	38·49	0·93	18·7	2·35	5	
Halbhart . . .	3·02	4·97	0·15	18·9	2·38	5	
Hart	4·06	3·51	0·14	14·7	1·85	5	
Hart, verzinnt b. 300° C eine Minute lang	2·57	23·92	0·61	16·9	2·12	7	

Digitized by Google

Resultate der Dauerbiegeproben.

Tabelle IV.

Mittelwerte aus 2 Versuchen.

Drahtsorte	Hin- und Herbewegungen bis zum Bruch bei einer Belastung von kg									
	Biegungsradius mm	100	200	400	600	Biegungsradius mm	100	200	400	600
	Hub 17 cm	Drähte der I. Sendung.				Hub 6 cm	Drähte der II. Sendung.			
weich	1·0	6.777	7.811	10.545	1.728	4·0	587.375	496.010	452.090	452.642
„	0·5	2.501	2.260	2.528	323	2·0	53.377	57.028	78.380	83.036
„	0·2	1.210	1.104	177	82	1·0	48.025	29.735	46.598	66 377
„	0·1	1.188	419	72	35	—	—	—	—	—
halbhart	1·0	6.492	6 347	7.629	3.832	4·0	2,326.935	1,420.927	1,078 327	484.758
„	0·5	1.655	1.395	3 352	453	2 0	195.055	102.450	61.536	56.987
„	0·2	807	564	165	77	1·0	126.055	66.195	28.012	22.229
„	0·1	626	228	59	29	—	—	—	—	—
hart	1·0	7.455	7.950	6.960	5.750	4·0	[2]4,751.610	3,440.375	1,730.905	792.801
„	0·5	2.372	1.579	999	636	2·0	996.466	278.002	284.901	138.365
„	0·2	1.205	903	153	81	1·0	737.871	122.062	93.291	36.789
„	0·1	818	347	55	26	—	—	—	—	—
hart, verzinnt bei 270°	1·0	10.524	10.873	15.720	3 674	[1]4·0	2.503.700	1.158.429	706.728	620.192
	0·5	2.444	2.796	3.072	330	[1]2·0	172.579	115.482	100 675	129 287
	0·2	2.182	909	240	106	[1]1·0	129.730	46.536	48.034	55.256
	0·1	1.510	610	90	36	—	—	—	—	—

[1]) Verzinnt 1 Minute bei 300° C

[2]) Nicht gebrochen.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

V1

BERICHT ZU DEN VERSUCHSTABELLEN ÜBER FESTIGKEITS-EIGENSCHAFTEN VON GUSSEISEN BEI VERSCHIEDENEN QUERSCHNITTEN VON SEPARAT GEGOSSENEN UND AUS GUSSTÜCKEN HERAUSGEARBEITETEN PROBESTÄBEN.

Von **Gebrüder Sulzer,** Winterthur.

Die Erfahrung zeigt, daß separat gegossene Probestäbe größere Biege- und Zugfestigkeits-Ziffern zeigen, wie aus Gußstücken herausgearbeitete Probestäbe. Mit den beiden Versuchsreihen bezweckten wir festzustellen, welchen Einfluß das langsame Erkalten, wie solches bei Gußstücken eintreten kann, auf die Körnung bezw. auf die Festigkeit des Gußeisens ausübt und welche Rolle die verschiedenen Wandstärken dabei spielen.

Es ist eine altbekannte Tatsache, daß ein Gußeisen, gleichstarke Querschnitte vorausgesetzt, weicher, d. h. grobkörniger ausfällt, wenn es als Kerngußstück, und härter d. h. feinkörniger, wenn es als flaches Stück oder als Stab vergossen wird. Der Unterschied in der Körnung wird naturgemäß umso größer, je schwächer die Querschnitts-Verhältnisse sind.

Die Versuchsreihe I machten wir an einem Gußeisen zäher Qualität, wie wir solches für Hochdruckstücke, für Dampfleitungsteile und sonstige Konstruktionsteile, an die man große Anforderungen in Bezug auf Festigkeit stellt, verwenden, die zweite Versuchsreihe dagegen an gewöhnlichem Maschinenguß für größere Stücke. Die separat gegossenen Probestäbe, sowie die Gußstücke, aus denen die Probestäbe herausgearbeitet wurden, sind bei beiden Versuchen aus einer und derselben Pfanne gegossen. Sämtliche Formen waren geschwärzt und gut getrocknet. Die vierkantigen Probestäbe wurden schief liegend von unten, die Probestäbe mit rundem Querschnitt, sowie

Digitized by Google

die Gußstücke vertikal und ebenfalls von unten gegossen. Die Stäbe, Platten und Hohlkörper ließen wir in der Form vollständig erkalten.

Die vierkantigen Zugstäbe sind aus den Gußstücken direkt herausgearbeitet, während die runden Zugstäbe, sowie die Stäbe für die Schlagversuche und die Würfel für die Druckproben aus den gebrochenen Biegestäben herausgearbeitet sind. Alle angegebenen Resultate sind je Mittelwerte aus Versuchen mit mindestens 3 Stäben. Die Schlagfestigkeit in kg/m entspricht der Summe der Arbeit einzelner Schläge eines Fallbären von 12 kg Gewicht bei einer Distanz der Auflagemesser von 160 mm. Der erste Schlag erfolgte je nach Stärke der Probestäbe aus einer Höhe von 150, 300 oder 400 mm. Nach jedem Schlage wurde die Fallhöhe um je 100 mm vergrößert, der letzte Schlag, bei welchem der Bruch erfolgte, ist mitgerechnet.

Während im allgemeinen die separat gegossenen Stäbe mit quadratischem und kreisrundem Querschnitte, sowie die Stäbe aus den Platten bei abnehmender Querschnittsgröße zunehmende Festigkeits-Ziffern aufweisen, blieben diese bei den aus den Hohlkörpern herausgearbeiteten Stäben aller Querschnittsgrößen so ziemlich gleich. Die Probestäbe kreisrunden Querschnittes zeigen größere Biege- und Zugfestigkeit wie diejenigen mit quadratischem Querschnitt. Die Stäbe aus Platten herausgearbeitet stehen an Festigkeit den separat gegossenen etwas nach. Ebenso bleiben die Festigkeits-Ziffern der verschiedenen Wandstärken der Hohlköper hinter denjenigen der separat gegossenen Stäbe und weniger hinter denjenigen der Platten zurück. Dies zeigt sich weniger deutlich bei den starken Dimensionen, ganz deutlich aber bei den schwachen Dimensionen. Der Vergleich der Schlagfestigkeit zeigt, daß letztere der herausgearbeiteten Stäbe größer ist, wie solche der separat gegossenen Stäbe, ebenso ist die Einbiegung der erstern Stäbe größer, wie diejenige der letztern.

Die Platten haben sich etwas langsamer abgekühlt wie die Stäbe. Das Material fiel weicher aus, dafür in Bezug auf Biege-, Zug- und Druckfestigkeit geringer, aber in Bezug auf Einbiegung und Schlagfestigkeit besser. In vermehrtem Maße sehen wir dies bei den Hohlkörpern. Diese haben sich naturgemäß noch langsamer abgekühlt wie die Platten und zwar muß sich die Hitze im ganzen Körper so ausgeglichen haben, daß die Abkühlung in allen Dimensionen bei 30, 40, 50 und 60 mm Stärke gleichzeitig erfolgte. Die Körnung blieb in allen vier Wandungen dieselbe und dementsprechend auch die Festigkeit des Materiales.

Digitized by Google

Tegossenen und aus

Probestäbe au

Kern aus Formsand

festigkeit	Einbiegung	Zug-festigkeit		Druckfestigkeit
per m²	mm	mm □ ○	kg per mm²	kg
3	18·8	60/45	18·0	
9	5·4	40	19·7	
1	22·4	50/45	18·2	
5	6·2	40	19·2	
0	28·4	40/50	18·0	
4	7·4	30	19·2	15
1	32·0	30/40	18·8	
8	11·0	25	19·3	17

1200

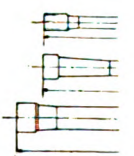
Tabelle II.

Festig aus

e

Kreisrun

Stab-bezeichnung	Stab-dimensionen	Meßlänge	Biege-festigkeit	
Nr.	mm	mm	kg pe mm²	g per m²
I–III	60	1000	34·7	6·13
IV–VI	50	1000	35·3	7·30
VII–X	40	800	36·3	7·30
XI–XIV	30	600	38·1	8·53
XV–XVIII	20	400	40·2	1·10



Digitized by Google

s Gußstücken herausgearbeiteten Probestäben.

aus Gußstücken herausgearbeitet

Druckfestigkeit mit Verkürzung in %	Schlagfestigkeit	Stabbezeichnung	Stabdimensionen	Meßlänge	Aus Hohlkörpern: Biegefestigkeit	Einbiegung	Zugfestigkeit	Druckfestigkeit mit Verkürzung in %	Schlagfestigkeit
kg per mm²	kg/m	Nr.	mm	mm	kg per mm²	mm	mm Dm. ○ / kg per mm²	kg per mm²	kg/m
		□ I–III	60×60	1000	28·60	14·73	48 / 16·43		
	95·7	IV–VI	50×50	1000	27·27	16·27	38 / 16·35		81·6
66·50 15·5%	24·0	VII–IX	40×40	1000	26·17	21·00	30 / 16·68	63·80 17·5%	20·8
73·00 13·3%	9·0	X–XII	30×30	1000	27·56	26·57	20 / 17·63	67·06 14·0%	7·2

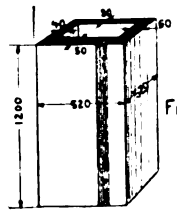


Fig. 3.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

V2

ÜBER EINHEITLICHES PRÜFUNGS-VERFAHREN DES GUSSEISENS.

Offizieller Bericht des Präsidenten der Kom. 25, Dr. **Richard Moldenke**, New-York.

(Übersetzung aus dem Englischen.)

Die Kommission zur Aufstellung einheitlicher Prüfungsverfahren für Gußeisen und Gußwaren beehrt sich zu berichten, daß seit dem Brüsseler Kongreß dem Gegenstand der Gußeisenprüfung in verschiedenen Ländern beträchtliche Aufmerksamkeit geschenkt wurde und daß in dem Maße als die Beschaffenheit des Materials besser erkannt wird, auch mehr Aussicht vorhanden ist, zu einer Grundlage für eine Vereinbarung im Bezug auf die zu verwendenden Methoden zu gelangen.

In Deutschland sind umfassende Versuche gemacht worden, welche in der Hauptsache mit den vor einigen Jahren in den Vereinigten Staaten durchgeführten übereinstimmen und eine Folge davon war die, daß die drei Größen des vorgeschriebenen Probestabes durch eine ersetzt wurden. Dies ist sehr wichtig, da es eine Zustimmung zu der amerikanischen Bestrebung zeigt, Gußeisen von einem ganz anderen Standpunkte aus zu behandeln als Stahl oder andere Metalle.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß kein Material, das wir kennen, einen solchen Mangel an Homogenität und eine solche Reihe von Abarten mit weit auseinander stehenden Gegensätzen bezüglich der physikalischen Eigenschaften zeigt wie das Gußeisen. Es ist natürlich, daß jede mühevolle und umfassende Reihe von Versuchen von nationalem Charakter dazu beiträgt, diese Sachlage jenen, die Gußwaren prüfen und gebrauchen, klarzulegen.

Digitized by Google

Aber den von einer Nation veröffentlichten Ergebnissen scheint man in anderen Ländern nicht das Gewicht beizumessen, das man erwarten sollte. Jeder Verein oder jede nationale Körperschaft von Ingenieuren scheint diese Erkenntnis für sich selbst erobern zu müssen und vielleicht ist das nach all dem noch das beste.

Wir dürfen daher mit großem Vergnügen berichten, daß — angesichts der offenbaren Unmöglichkeit, die wirkliche Widerstandsfähigkeit, die in den verschiedenen Teilen eines Gußstückes vorhanden ist, mittels eines losen oder angegossenen Probestabes zu erkennen — die Ergebnisse der jüngsten Untersuchungen in Deutschland und in den Vereinigten Staaten bestätigen, wie wünschenswert es sei, Gußstücke nach der Qualität des Metalls und seiner Eignung für einen bestimmten Zweck zu beurteilen. Dies kann gezeigt werden durch einen Normalprobestab, der unter den möglichst besten Bedingungen gegossen wird, so daß die möglichen Einflüsse der Erzeugung ausgeschlossen sind und daß dem für die Arbeit verwendeten Metall volle Gelegenheit geboten ist, seinen eigentlichen Wert zu zeigen. Natürlich dort, wo es möglich ist, die Gußstücke selbst zu prüfen, wird davon Gebrauch gemacht, wie es die Bedingnisse für die amerikanischen Wagenräder bezeugen. Andererseits können aber selbst bei vorzüglichem Material, das als solches durch einen Normalprobestab erwiesen ist, ungeeignete Verhältnisse bei der Behandlung das Stück verderben. Im großen ganzen hat aber die Erfahrung auf Grund gründlicher Untersuchungen gezeigt, wie wertvoll die genaue Kenntnis des Metalls ist, das für das Gußstück verwendet wird, wertvoller als der Versuch, angegossene Probestücke oder Probestäbe verschiedener Art in die Gußform selbst einzuführen.

Man hat sich dem letzteren vielleicht am meisten genähert durch den Gebrauch hohler Prismen oder Zylinder aus demselben Metall und durch Ausschneiden von Probestreifen aus seinen Wandungen. Über diesen Punkt liegt ein besonderer Bericht vor. In den Vereinigten Staaten waren Zylinder, aus denen Probestäbe geschnitten wurden, lange Zeit im Gebrauch und werden bei der Erzeugung von Kriegsmunition noch verwendet. Da die Zylinder dieselbe Dicke haben wie das Projektil, heißt das eigentlich ein Stück des Gußstückes nehmen, um seine Festigkeit zu bestimmen.

Der deutsche und der amerikanische Probestab ist vom selben Durchmesser und unter denselben Bedingungen gegossen

Digitized by Google

und unterscheidet sich nur in der Art des Eingusses und dadurch, daß der Stab zweimal so lang ist. Dänemark gebraucht noch einen sehr langen Stab, der stufenweise in der Mitte belastet wird, bis ein bestimmtes Maximum erreicht wird. Dieses Verfahren war früher in den Vereinigten Staaten sehr verbreitet, wurde aber für geschäftliche Verhältnisse als zu umständlich erkannt. Italien hat einen sehr kurzen Probestab, der stark belastet wird. Es ist interessant festzustellen, daß der einen Fuß lange Probestab der Vereinigten Staaten gerade in der Mitte liegt zwischen dem italienischen und dem deutschen. Italien schreibt ferner eine interessante Schlagprobe für den Stab vor. Dänemark verlangt eine Hammerprobe bezüglich der Weichheit und der Brüchigkeit. Deutschland verzichtet auf die Zugprobe. Amerika überläßt sie der freien Wahl und Italien hat sie in seine Bedingnisse aufgenommen.

Bezüglich der Prüfung von Gußstücken sei gesagt, daß die Erprobung von Gußeisenröhren an erster Stelle steht und eine Reihe von Staaten für diesen wichtigen Zweig der Gußeisenindustrie Vorschriften haben. Der internationale Charakter dieses Geschäftszweiges läßt die Vereinfachung der verschiedenen Vorschriften als erwünscht erscheinen, um eine größere Vereinheitlichung zwischen den Gußeisenrohre exportierenden Ländern zu erzielen.

Am ehesten kann noch ein Ausgangspunkt für eine Vereinbarung zwischen den Ländern, welche für Gußeisenprodukte Vorschriften haben, in dem Grundprodukt der gesamten Industrie, nämlich im Roheisen gefunden werden. Die amerikanischen Mitglieder überreichten dem V. Kongreß die jüngst in diesem Lande nach langem Studium und langer Verhandlung angenommenen Bedingnisse, aus denen zu ersehen ist, daß alle Zufälle ausgeschieden worden sind und daß eine sorgfältig angegebene Zusammensetzung bezüglich der verschiedenen Elemente mit der erlaubten Abweichung gegeben ist. Vielleicht wird das Studium dieser Bedingnisse durch die verschiedenen Länder zu Anregungen und Abänderungen führen, aus denen sich internationale Bedingnisse für Roheisen ergeben könnten, die den Verkauf und Kauf von Roheisen in der ganzen Welt erleichtern würden.

In Anbetracht der Kompliziertheit des Gegenstandes und des verhältnismäßig noch kurzen Bestandes der Gußeisenprüfung kann die Kommission daher einen Fortschritt auf diesem Gebiet feststellen.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

VI1

DER EINFLUSS ERHÖHTER TEMPERATUREN AUF DIE MECHANISCHEN EIGENSCHAFTEN DER METALLE.

Offizieller Bericht von Prof. **M. Rudeloff,** Groß-Lichterfelde.

Die Veränderungen, welche die Festigkeitseigenschaften der Metalle mit Änderung ihrer Temperatur erleiden, sind nicht nur von dem Technologen bei der Verarbeitung (Schmieden, Walzen usw.), sondern auch von dem Konstrukteur bei Festsetzung der Abmessungen in Rücksicht zu ziehen; sie sind sogar häufig ausschlaggebend für die Verwendbarkeit des Materials zu bestimmten Zwecken. Bei ihrer hohen praktischen Bedeutung ist es nicht zu verwundern, daß die ersten Untersuchungen, sie durch Festigkeitsversuche zu ergründen, weit zurückliegen. So stellten Tremery und Proirier-Saint-Brice [1]*) schon im Jahre 1828 fest, daß die Zugfestigkeit gehämmerten Schmiedeeisens von 43·5 kg/mm² bei Zimmerwärme auf 7·8 kg/mm² bei Rotglut zurückging. Wie die am Schluß gegebene Literaturübersicht zeigt, liegt jetzt eine stattliche Reihe einschlägiger Untersuchungen über den Temperatureinfluß vor; daß sie bis in die neueste Zeit hineinreichen, hat seinen Grund nicht allein darin, daß immer neue Materialien zu erforschen sind, sondern vielfach gilt es auch, die früher gewonnenen Ergebnisse entsprechend den Fortschritten in der Versuchstechnik nachzuprüfen, unter Verwendung vervollkommneter Hilfsmittel und unter Berücksichtigung der Umstände, die nach der heutigen Kenntnis die Ergebnisse beeinflussen können.

*) Nummerfolge der am Schluß gegebenen Literaturübersicht.

Digitized by Google

Im nachstehenden soll versucht werden, die bis jetzt vorliegenden Ergebnisse, soweit sie dem Verfasser bekannt geworden sind, nach Material getrennt zusammenzufassen. Im voraus mögen aber die angewendeten Verfahren und ihr Einfluß auf das Ergebnis besprochen sein.

Die Art der Erprobung des Wärmeeinflusses war bei den meisten Untersuchungen der Zerreißversuch; daneben finden sich vereinzelt Stauchproben und neuerdings hat auch die Kugeldruckprobe nach Brinell zur Ermittlung von Härteänderungen mit Erfolg Anwendung gefunden [36] [38]. Unter den Umständen, welche Nebeneinflüsse veranlassen können, kommen in Frage:

1. Die Erzeugung und Bestimmung der Versuchstemperatur (die Versuchseinrichtung);
2. Die Form des Probestabes und seine Einspannung in die Festigkeitsprobiermaschine;
3. Die Belastungsgeschwindigkeit;
4. Die Verfahren zur Bestimmung der Formänderungen (Dehnung) während des Versuches;
5. Der Bearbeitungszustand des Probematerials.

1. Die Versuchseinrichtungen.

Zur Erzeugung der Versuchstemperaturen höher als Zimmerwärme diente als ältestes Verfahren das Erhitzen der Probe im Ofen oder im Wärmebad und hierauf folgende Prüfung an der Luft.

Um hierbei den Einfluß des allmählichen Erkaltens der Probe möglichst hintantzuhalten, hat man zu sehr schneller Durchführung des Versuches gegriffen. (Kollmann [9].) Elastizitätsbestimmungen sind hierbei völlig ausgeschlossen, da die Zeit nicht ausreicht, um die Zunahme der Dehnung mit wachsender Belastung oder Spannung zu ermitteln. Aber auch die endlichen Werte für die Bruchdehnung und Bruchfestigkeit sind höchst unzuverlässig, zumal der Stab beim Bruch ungleichmäßig, innen höher als außen erwärmt ist und weil daneben der Einfluß der Belastungsgeschwindigkeit sich geltend macht. Das von Kollmann angewendete Verfahren — neben der Zerreißprobe eine zweite gleicher Form in demselben Ofen gleichzeitig zu erhitzen und an ihr die Anfangstemperatur t_a kalorimetrisch zu bestimmen, ferner die Endtemparatur t_e des Versuchsstabes entweder an Hand einer vorher bestimmten Abkühlungskurve oder

Digitized by Google

an dem Bruchstück ebenfalls kalorimetrisch zu ermitteln und dann $(t_a + t_e)\ ^1/_2$ als Versuchstemperatur anzusehen — vermag diese Mängel nicht zu beseitigen.

Bei den neueren Versuchen ist man daher wohl allgemein zur Anwendung von Wärmebädern übergegangen, in denen die Probe während der ganzen Dauer des Versuches verbleibt. Zu unterscheiden sind Flüssigkeits- und Luft- oder Gas-Bäder.

Zu den Flüssigkeitsbädern ist der Stoff so auszuwählen, daß der Probestab davon nicht angegriffen wird oder sich damit

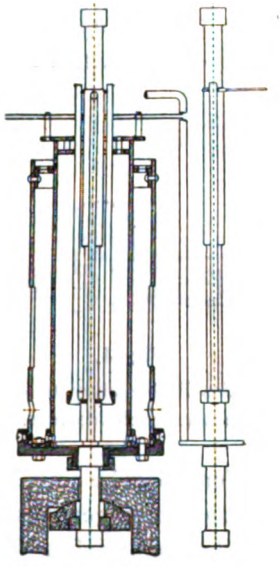


Fig. 1.
Flüssigkeitsbad von Martens mit Spiegelapparaten.

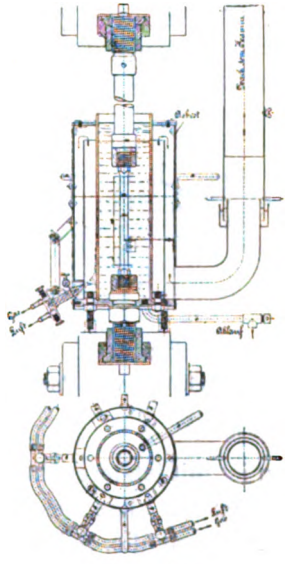


Fig. 2.
Flüssigkeitsbad von Bach.

legiert. Daher gelangen zweckmäßig zur Anwendung für Temperaturen bis 100° C. Wasser, bis 200° C. Paraffin, bis 350° C. Mineralöl. Für höhere Temperaturen dienen Salz- oder Metallbäder. Sehr gut bewährt hat sich bei 350 bis 600° C. nach dem Vorschlage der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zu Charlottenburg ein Gemisch aus gleichen Teilen Kali- und Natron-Salpeter [23]. Auch Bäder aus Blei-Zinn-Legierungen und reinem Blei haben bei Temperaturen von 300 bis 400° C. und der Versuchs-

Digitized by Google

dauer bis zu 2 Stunden auch zur Prüfung von Metall-Legierungen anstandslos verwendet werden können [14]. Das Heizen der Bäder erfolgt entweder durch Gasflammen, die unter dem Ofen (s. Fig. 3 und 7), über ihm (Fig. 8) und seitlich davon (Fig. 1, 2 und 10) angebracht sind, oder elektrisch (Fig. 6 und 9).

Bei Zerreißversuchen auf stehenden Festigkeitsprobiermaschinen, in denen der Probestab in senkrechter Stellung sich befindet, empfiehlt es sich, nach dem Vorgehen von Martens [11] (Fig. 1) von der unteren Einspannvorrichtung aus eine Zugstange durch den Boden des Wärmebades (Ofens) hindurchzuführen und ihn auf einen dichtschließenden Konus der Stange aufsitzen zu lassen (s. a. Fig. 2 und 9). Von oben ragt dann eine ebensolche Stange durch den Deckel in den Ofen hinein, und zwischen den Enden der beiden

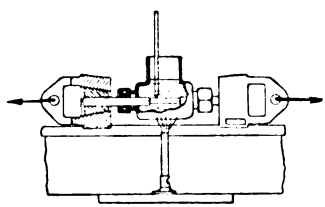


Fig. 3.
Flüssigkeitsbad von Unwin.

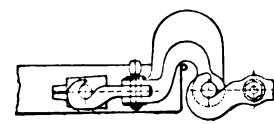


Fig. 4.
Anschluß des Probestabes an den Kraftmesser nach Martens.

Stangen ist mit letzterem konzentrisch die Zerreißprobe eingeschaltet. Bei wagrechter Lage des Stabes werden die Verlängerungsstangen entweder durch die Seitenwände des Bades hindurchgeführt und mit Stopfbüchsen abgedichtet Fig. 3, (Unwin) [21], oder man schaltet zwischen der Probe und den Zugstangen je ein ∩-förmiges Stück ein, das die Wandungen des Wärmebades übergreift (Martens [10], s. Fig. 4 und Charpy [16]). Die Anwendung dieses Stückes an dem mit dem Kraftmesser der Zerreißmaschine verbundenen Stabende hat den Vorteil, daß der in der Stopfbüchse herrschende Reibungswiderstand aus der Kraftmessung ausgeschaltet ist. Die lichte Schenkelweite dieses Stückes braucht bei feststehendem Bade nur gering zu sein; es genügt, wenn sie dem Spiel des Kraftmessers entspricht.

Die Länge des Bades und somit auch der Zugstangen ist im Verhältnis zur Länge des Probestabes möglichst groß zu wählen,

Digitized by Google

damit die Wärmeableitung durch die Zugstangen von dem Probestabe möglichst fern gehalten und der Stab in seiner ganzen Länge gleichmäßig erwärmt werden kann. Mit Rücksicht auf gleichmäßige Erwärmung verdienen die Versuchsanordnungen mit wagerecht liegendem Probestabe den Vorzug vor denen mit aufrecht stehendem Stabe. Bei letzteren sind Rührvorrichtungen zur Erzielung gleichmäßiger Erwärmung der Flüssigkeitssäule unerläßlich. Sie erschweren aber die Dehnungsmessungen während des Versuches und führen nicht immer zum Ziel. Es ist dies deutlich daran zu erkennen, daß die Probe dann am oberen oder unteren Ende reißt, je nachdem die Bruchfestigkeit des Materials innerhalb der

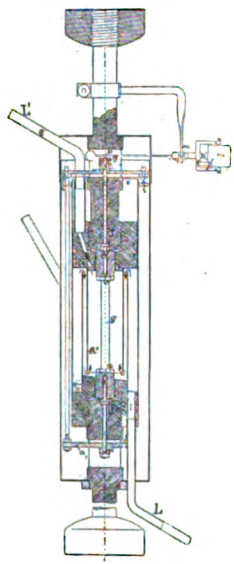


Fig. 5.
Ofen von Rudeloff und Spiegelapparat.

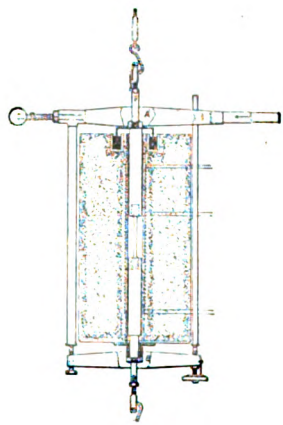


Fig. 6.
Elektrisch geheizter Ofen (Stickstoffbad) von Hopkinson und Rogers.

jeweilig verschiedenen Temperaturen des Bades mit wachsender Temperatur ab- oder zunimmt [11].

Luftbädern haftet der Mangel an, daß sie zur Oxydation des Probestabes führen, die allmählich von der Oberfläche nach dem Innern vordringt. Wie Le Chatelier hervorhebt [26], geschieht dies besonders schnell bei hüttenmännisch gewonnenem, unreinem Kupfer, aber auch bei elektrolytisch erzeugtem. Das Kupfer wird dann brüchig und zerfällt schließlich[1]). Stribeck [29] hält die

[1]) S. a. Heyn „Krankheitserscheinungen im Eisen und Kupfer, Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure“ 1902.

Digitized by Google

oberflächlich gebildete dünne Oxydschicht für einen wirksamen Schutz, sofern sie nicht abspringt, oder nicht einzelne Bestandteile der Legierung ausdampfen, wie bei Messing von gewissen Temperaturen ab. Ein weiterer Mangel des Luftbades ist der unvollkommene Wärmeausgleich zwischen dem Probestabe und der umgebenden Luft; er macht es erforderlich, die Temperatur des Stabes selbst zu messen, statt der des Bades.

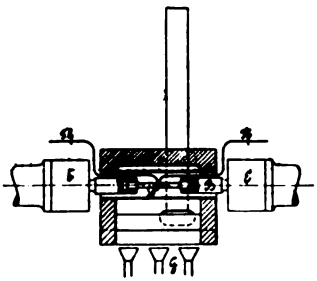
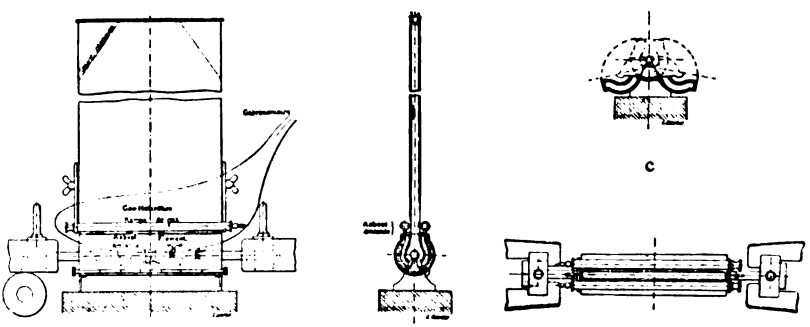


Fig. 7.
Luftbad von Charpy.

Zur Vermeidung der Oxydation im Luftbade verwendete ich [14] in einem besonderen Ofen (Fig. 5) Bäder aus Wasserdampf (100° C.), Naphthalindampf (200° C.), sowie Naphthylamindampf (300° C.). Die Dämpfe, in einer kupfernen Vorlage erzeugt, treten bei L in den Ofen ein, nehmen den durch Pfeile gekennzeichneten Weg zwischen zwei teleskopartig in einander geschobenen Rohren und



a b c d

Fig. 8a—d. Luftbad von Le Chatelier.

gehen dann, nachdem sie unmittelbar zum Stabe gelangt sind, durch die obere Einspannvorrichtung und das Rohr L' ab. Hopkinson und Rogers [35] benutzten in ihrem Ofen, Fig. 6, mit Quecksilberverschlüssen an den Enden, Stickstoffbäder. Zum Heizen der Luftbäder verwendeten Charpy [18] und Le Chatelier [26] Gasflammen (s. Fig. 7 und 8), Stribeck [29] und Hopkinson und Rogers [35] elektrische Heizspiralen (s. Fig. 5 und 9). Die letzteren gewähren den großen Vorteil, daß man durch engere Wick-

Digitized by Google

lung an den Enden des Ofens (Stribeck) oder durch Dreiteilung der Spirale und Regulierung des Stromes in den einzelnen Teilen (Hopkinson), die Wärmeableitung durch die Zugstangen und Einspannungen besser ausgleichen und dadurch gleichmäßigere Erhitzung des Probestabes innerhalb seiner ganzen Länge erzielen kann. Carpenter [19] legt einen zweiteiligen gußeisernen Mantel von beträchtlicher Stärke um den Probestab und erhitzt ihn von außen mit Bunsenbrenner. Der Mantel überragt die Meßlänge des Probestabes an beiden Enden um 25 mm. An einem durch den Mantel hindurchgehenden Stickstoffthermometer wird die Versuchstemperatur abgelesen. Daß Fehler in der Temperaturbestimmung dadurch völlig vermieden sind, daß die Versuche erst angestellt wurden, nachdem die Thermometeranzeigen einige Minuten lang konstant geblieben waren, erscheint mindestens zweifelhaft, zumal der Zwischenraum zwischen Mantel und Stab mit der Dehnung des letzteren beim Versuch wächst.

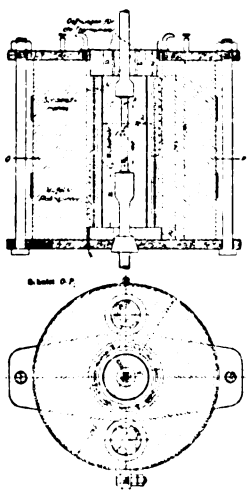


Fig. 9.
Elektrisch geheiztes Luftbad von Stribeck.

Zur Ausführung von Kugeldruckproben im Wärmebade hat Kürth [38] ein sehr zweckmäßiges Verfahren angegeben. Die Probe hat die Form eines Streifens von 200 mm Länge und 35 mm Breite. Sämtliche Druckstellen werden in seiner Mittellinie angeordnet, und zwar immer bei derselben Temperatur mehrere in größeren Entfernungen (40—50 mm) von einander, und dazwischen dann je eine für die anderen Temperaturen. Auf diese Weise läßt sich der Einfluß der Ungleichmäßigkeiten des Materials leicht in Rücksicht ziehen, indem man die Beobachtungen für die gleichen Temperaturen über Abszissen gleich der Entfernung der Druckstellen zu Schaulinien aufträgt. Die letzteren verlaufen meist stetig und parallel zu einander und bei chemisch reinen Stoffen parallel zur Abcissenachse, ihr gegenseitiger Abstand entspricht den Härteunterschieden bei den angewendeten Versuchstemperaturen. Der Streifen ist, um den Druck an der gewünschten Stelle ausüben zu können, auf seinem Auflager (untere Druckplatte) an einem

Digitized by Google

geteilten Schieber mit Mitnehmerstift parallel zur Achse um Strecken der gewünschten Größe verschiebbar, und zwar in dem Bade bei unveränderter Temperatur. Der Behälter des Bades, ein schmaler Blechkasten mit doppelten Seitenwänden und dazwischen eingestampfter Infusorienerde, von unten durch mehrere Bunsenbrenner heizbar, trägt in der Mitte die untere Druckplatte. Die Stahlkugel ist mittelst dünnen gelochten Bleches an der oberen Druckplatte befestigt; sie taucht mit der Platte in das Bad ein, kann aber zwecks wiederholter Besichtigung bequem angehoben werden. Das Anlassen und die hiermit verbundene Härteabnahme der Kugel sowie die durch das Bad verursachte Reibungsverminderung zwischen Kugel und Probestück erwiesen sich bei den untersuchten Materialien und Temperaturen (etwa 500° C.) ohne Einfluß.

Als allgemeines Ergebnis der Versuche von Kürth möge an dieser Stelle hervorgehoben werden, daß während des Versuches das Wachstum der Härte mit steigender Belastung für Kupfer bei 500° C. das gleiche war, wie bei 20° C., wonach auch bei hohen Temperaturen kein Einfluß von Ausglühwirkungen auf die Härtezahl sich bemerkbar machte, sofern die Probe vorher völlig ausgeglüht war.

Zur Bestimmung des elastischen Verhaltens des Materials und der Streckgrenze nach der Größe der bleibenden Dehnung ist der Verlauf der Dehnung mit wachsender Spannung während des Versuches festzustellen. Die Bestimmung der Bewegungen der Einspannteile gegen einander reicht hierzu nicht hin, vielmehr sind zuverlässige Werte nur zu erzielen, wenn die Meßwerkzeuge unmittelbar an die Probe angelegt werden. Große Schwierigkeiten entstehen hierbei dadurch, daß die Meßwerkzeuge aus dem Bade oder Ofen herausragen müssen und daher ihre Teile verschiedenen Wärmeeinflüssen unterliegen. Die ersten brauchbaren Einrichtungen hat Martens [11] geschaffen unter Verwendung seiner bekannten Spiegelapparate, bei denen die Dehnung in Kippbewegung rhombischer Stahlkörper und mit ihnen verbundener Spiegel umgesetzt wird. Die Messung erstreckt sich (siehe Fig. 1) über zwei Stabteile von verschiedenem Durchmesser; der auf die Versuchslänge (dünnerer Stabteil) entfallende Betrag der beobachteten Gesamtdehnung ist daher durch Rechnung zu ermitteln. Eine geringe Ungenauigkeit entsteht hierbei dadurch, daß der obere, aus dem Ofen herausragende Teil der Meßlänge nicht gleichmäßig erwärmt ist

Digitized by Google

und ihm daher nicht, wie der Rechnung zugrundegelegt, die gleiche Dehnungszahl α zukommt als dem unteren, höher erhitzten Teil. Eine weitere Fehlerquelle liegt darin, daß auch Wärmeschwankungen in die Messung eingehende Längenänderungen verursachen. Diesem Fehler ist aber dadurch möglichst begegnet worden, daß mit dem Versuch erst begonnen wurde, nachdem konstanter Wärmezustand im Stabe und den Einspannteilen erreicht war — daran zu erkennen, daß der Wagehebel unter der Anfangsbelastung dauernd feststand — und dann an der Heizeinrichtung während des Versuches nichts mehr geändert wurde.

Bei meinen Versuchen sind ebenfalls Martenssche Spiegelapparate verwendet; die Übertragung der Dehnung auf den Spiegelträger erfolgte aber in anderer Weise. Bei Benutzung des Ofens (Fig. 5) [14] lagen die Endpunkte o und u der Meßlänge in der Achse des kurzen Probestabes P und zwar im Innern der beiden Stabköpfe, von wo mittelst Federn f angepreßte Gestänge S, a, t und S' zu dem Spiegelträger hinführten. Letzterer ruhte bei h mit einer Spitze auf der oberen Endfläche der Stange S' und mit einer zweiten Spitze auf dem Ringe g, der mit dem unteren Meßpunkt verbunden war. Die Bewegung dieser beiden Stützpunkte gegeneinander entsprach der Dehnung des Probestabes und bewirkte das Kippen des an dem Arm n gestützten Spiegels m.

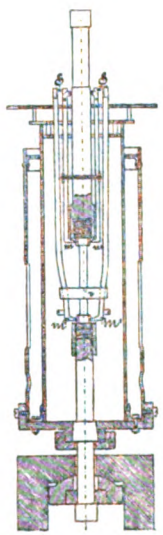


Fig. 10.
Flüssigkeitsbad von Martens u. Spiegelapparat nach Rudeloff.

Auch bei dieser Einrichtung umfaßt die Meßlänge Stabteile von verschiedenem Durchmesser; die wahre Dehnung ist also ebenfalls zu berechnen. Die Länge des stärkeren Teiles ist aber nur gering, und vor allem liegt sowohl der ganze Meßbereich, als auch der Meßapparat innerhalb des Ofens, so daß die Beobachtungen von Wärmeschwankungen nicht beeinflußt werden. Vergleichende Versuche [14] bei Zimmerwärme mit diesem Apparate und dem gewöhnlichen Martensschen Spiegelapparate haben dargetan, daß die Unterschiede in den Ergebnissen beider Reihen nicht größer waren, als diejenigen bei mehreren Versuchen mit dem Apparate

Digitized by Google

alter Bauart. Die Handhabung des Apparates erwies sich aber als sehr schwierig, zumal Erschütterungen leicht Gleiten der Stützspitzen verursachten. Daher sind auch bei meinen späteren Versuchen [15, 20, 23] wieder die Martensschen Spiegelapparate verwendet; nur die Meßfedern erhielten die aus Fig. 10 ersichtliche, veränderte Form, indem zwei Paar Federn m und m_1 an den Stab angelegt und oben die Spiegelträger S dazwischen eingeklemmt wurden. Hierdurch ist der Vorteil erreicht, daß Längenänderungen der Federn infolge Temperaturschwankungen die Dehnungsmessungen kaum beeinflussen, weil alle Federn gleichweit aus dem Ofen herausragen, also den gleichen Temperaturschwankungen unterliegen.

Bei liegender Anordnung des Probestabes und der Flüssigkeitsbäder haben sich die gewöhnlichen Martensschen Spiegelapparate gut bewährt. Die Achse der Spiegelträger ist möglichst lang aus dem Deckel des Bades herauszuführen, und unter dem Spiegel sind leichte Scheiben zum Abhalten der aufsteigenden Dämpfe anzubringen.

Der Bestimmung der Temperatur des Probestabes ist besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Bei Flüssigkeitsbädern dürfte es genügen, die Temperatur des Bades zu bestimmen, sofern der Beginn des Versuches bis zum völligen Wärmeausgleich hinausgeschoben wird, was leicht daran zu erkennen ist, wie schon oben erwähnt wurde, daß der Wagehebel unter der Anfangslast oder Nullast in der Gleichgewichtslage bleibt, während Wärmeschwankungen infolge der damit verbundenen Längenänderungen des Stabes Anheben oder Abfallen des Hebels verursachen. Bei Luftbädern ist die Wärme des Stabes unmittelbar zu messen. Am besten eignen sich hierzu Thermoelemente, die eng an den Stab anzulegen und gegen das Luftbad durch Asbest zu trennen sind. Die sichersten Messungen wird man erzielen, wenn neben dem Probestabe ein zweiter Stab desselben Materials und von denselben Abmessungen in das Bad gebracht wird, dessen Achse zur Aufnahme des Thermoelementes ausgebohrt ist.

Die Abmessungen der Probe und die Anordnung der Einspannvorrichtungen können insofern von wesentlichem Einfluß auf das Ergebnis sein, als von ihnen ganz besonders die gleichmäßige Erwärmung des Stabes innerhalb der Meßlänge abhängt. Daß die Länge des Stabes zu diesem Zwecke wesentlich geringer sein soll, als die des Bades, ist oben bereits gesagt.

Digitized by Google

Martens [11] verwendete daher möglichst lange Stäbe, die nur innerhalb einer verhältnismäßig kurzen Strecke auf den gewünschten Versuchsquerschnitt abgedreht wurden (s. Fig. 1). Wegen des hiermit verbundenen großen Aufwandes an Material und an Bearbeitungskosten kamen bei meinen Versuchen [14, 15, 20, 23] möglichst kurze Stäbe ($l = 100$ mm, s. Fig. 5 und 10) zur Anwendung, die mit Gewindeköpfen in Verlängerungsstangen eingeschraubt wurden. Ähnliche Stäbe haben später auch Bach [24, 25, 30, 31, 33] Fig. 2 und Stribeck [29, 32] Fig. 9 verwendet. Die Materialanhäufungen an den beiden Verbindungsstellen sind nur von Nutzen, indem sie gleichsam als Wärmespeicher dienen und den Einfluß der Wärmeableitung nach außen vom Probestabe fernhalten.

Der Einfluß der Belastungs- oder Streckgeschwindigkeit macht sich bekanntlich bei den Versuchen bei Zimmertemperatur insofern geltend, als unter sonst gleichen Umständen mit abnehmender Geschwindigkeit geringere Festigkeiten und größere Dehnungen erzielt werden. Die Abnahme der Festigkeit mit der Belastungsgeschwindigkeit tritt auch bei höheren Temperaturen deutlich hervor, und zwar besonders dann, wenn die Probe vorher nicht mindestens bei der Versuchstemperatur ausgeglüht wird, sondern durch die voraufgegangene Behandlung irgendwie eine Härtung erfahren hat, weil dann auch der Einfluß der Glühdauer auf die Enthärtung mitwirkt. So fand z. B. Le Chatelier [26] für hartgezogenen Kupferdraht mit 50 kg/mm² Festigkeit bei 250° C. folgende Werte:

Dauer:	20 Sek.	10 Min.	30 Min.
Festigkeit:	34	24·7	18 kg/mm²;

dagegen ergaben sich für geglühte Kupferstäbe folgende Werte:

Temperatur	200° C.			330° C.			440° C.			
Versuchsdauer	45″	1′50″	10′	2′15″	10′	20′	56″	2′	5′30″	17′30″
Zugfestigkeit kg/mm²	20·4	18·6	17·9	15·7	15·2	14·7	10·6	9·7	8·2	7·8
Bruchdehnung %	39·0	35·0	36·0	37·9	34·4	31·1	21·0	16·2	12·9	11·4

Stribeck [29] stellte für Kupfer fest, daß die Festigkeitsabnahme mit wachsender Temperatur beim schnellen Versuch erst bei 300° C. begann, beim sehr langsamen Versuch dagegen schon bei 200° C.

Digitized by Google

Ganz besonders empfindlich gegen die Belastungsgeschwindigkeit ist Zink (s. Martens [10]). Auch Kürth [38] fand bei den Kugeldruckproben, daß bei Zink und Zinn selbst nach einigen Stunden gleicher Belastung noch kein Gleichgewichtszustand erreicht war, während er bei den meisten Metallen schon nach 5—10 Minuten eintrat.

Die Bruchdehnung unterliegt bei höheren Temperaturen nicht dem gleichen Einfluß der Geschwindigkeit wie bei Zimmerwärme. Wie schon vorstehende Beobachtungen von Le Chatelier zeigen, nahm die Dehnung bei Kupfer mit abnehmender Geschwindigkeit nicht zu, sondern ab. Stribeck gelangte zu demselben Ergebnis und gibt an, daß die Stäbe bei langer Dauer stumpf abbrachen, während beim schnellen Versuch und derselben Temperatur dem Bruch erhebliche Einschnürung voraufging. Ob und inwieweit der eingangs besprochene Einfluß der Oxydation im Lnftbad mitwirkte, möge dahin gestellt bleiben. Die angeführten Beispiele dürften zur Genüge beweisen, daß zur Erzielung vergleichbarer Ergebnisse einheitliche Belastungsgeschwindigkeit erforderlich ist. Sie sollte, um praktisch wertvolle Ergebnisse zu erhalten, möglichst gering gewählt und das Probematerial sollte vorher ausgeglüht werden.

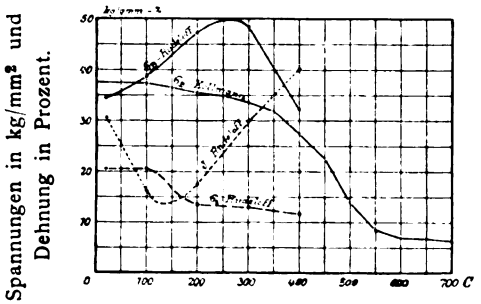
Versuchsergebnisse.

1. Schweißeisen.

Aus den schon 1837 angestellten Versuchen des Franklin-Institutes [2] geht hervor, daß die Zugfestigkeit des Schweißeisens mit steigender Temperatur zunimmt. Knut Styffe [6] kam 1863 zu demselben Ergebnis, zugleich nahm die Bruchdehnung ab. Seine Versuche erstreckten sich auf Temperaturen nur bis etwa 170° C. und ihre Ergebnisse sind wegen der nach heutigen Verhältnissen mangelhaften Versuchseinrichtung unzuverlässig, weshalb von der Wiedergabe der Beobachtungswerte Abstand genommen ist. Huston [8] fand für Holzkohleneisen ebenfalls Festigkeitszunahme und zugleich Abnahme der Querschnittsverminderung bis 500° C. Kollmann [9] dagegen fand keine Festigkeitssteigerung, sondern stetige Festigkeitsabnahme, siehe Fig. 11. Letztere war bis 300° C. nur gering (von 37·5 auf 33·8 kg/mm²), bei höheren Temperaturen bis zu 600° C. aber erheblich. Wenngleich die Kollmannschen Temperaturbestimmungen mittelst Kalorimeters keine große Genauigkeit erwarten lassen, so

Digitized by Google

können doch seine von den älteren abweichenden Beobachtungen nicht ohne weiteres auf Versuchsfehler zurückgeführt werden, zumal ihre Ergebnisse außerordentlich stetig verlaufen. Meine Versuche [14], siehe Fig. 11, bestätigen die Beobachtung Styffes, und zwar ergab sich der Höchstwert der Zugfestigkeit bei etwa 260° C. (schätzungsweise 50 kg/mm² gegen 34 kg/mm² bei 20° C.), und bei den höheren Temperaturen trat wie bei den Kollmannschen Versuchen starke Festigkeitsabnahme ein. Die Streckgrenze nahm zwischen 100 und 200° C. stark ab, vorher und nachher (bis 400° C.) blieb sie fast unverändert. Die Bruchdehnung nahm zwischen 20 und 130° C. von 30 auf 13½% ab und stieg dann im Gegensatz zu den Versuchen von Huston (Abnahme der Querschnittsverminderung) [8]



Versuchstemperatur.

Fig. 11. Schweißeisen.
Zugfestigkeit σ_B, Streckgrenze σ_S, Dehnung δ.

mit wachsender Temperatur schnell an (bei 400° C bis 40%). Carpenters Versuche (19) ergaben ebenfalls die höchste Festigkeit bei etwa 250° C. und die geringste Dehnung bei etwa 130° C.

2. Flußeisen.

Mit Flußeisen liegen Zugversuche bei verschiedenen Temperaturen vor von Huston [8], Kollmann [9], Martens [11], Rudeloff [14], Charpy [16], Carpenter [19], Le Chatelier [26] und von Bach [31]. Die Versuche von Kollmann ergaben für Bessemereisen stetige Abnahme der Zugfestigkeit mit wachsender Temperatur, alle übrigen stimmen dahin überein, daß die Zugfestigkeit bei etwa 250° C. einen Höchstwert erreicht, der weit über der Festigkeit bei Zimmertemperatur liegt und dann mit weiterem Erhitzen schnell abnimmt. Nach den Versuchen von Martens und

Digitized by Google

des Verfassers geht der erwähnten Festigkeitszunahme eine Abnahme derselben voraus, und zwar scheint der geringste Wert bei etwa 50° C. erreicht zu werden. Ähnliches Verhalten des Flußeisens fanden Brinell [36] und Kürth [38] bei Kugeldruckproben; während aber Brinell sowohl für saures als auch für basisches Material, bei fast völliger Übereinstimmung des Verlaufes der zu Schaulinien aufgetragenen Beobachtungen, den ersten Geringstwert bei etwa 200° C. und die Höchstwerte bei 300—400° C. fand, liegen die beiden Wendepunkte der Schaulinien von Kürth bei 150—190° C. bezw. bei 250° C.

Die Streckgrenze des Flußeisens nimmt mit wachsender Temperatur stetig ab. Die Bruchdehnung nimmt mit steigender Temperatur zunächst ebenfalls beträchtlich ab, z. B. nach Martens in einem Falle von 28·4 auf 8·4%, und dann schnell zu. Die geringsten Werte liegen im allgemeinen bei etwa 150° C., also bei niedrigeren Temperaturen als die Höchstwerte für die Bruchfestigkeit.

Die anfängliche Abnahme der Dehnung und Zunahme der Festigkeit mit steigender Temperatur erklärt die Blaubrüchigkeit des Eisens, auf die schon Valton 1877 (Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1877, S. 25) auf Grund von Biegeversuchen hinwies.

3. Stahlguß.

Fig. 12 zeigt die von mir [23] und von Bach [30 und 31] ermittelten Werte für die Zugfestigkeit σ_B und Bruchdehnung δ von Stahlguß. Bach macht folgende Angaben über die Zusammensetzung seiner vier Stahlsorten:

Sorte	C	Mn	Cu	Si	S	P	As
O	0·193	0·322	0·096	0·187	0·087	0·081	0·056
K	0·165	0·726	0·121	0·498	0·038	0·019	0·041
M	0·200	0·819	0·273	0·112	0·048	0·053	0·073
OE	0·180	0·360	0·060	0·280	0·080	0·071	0·079

Der allgemeine Verlauf der Schaulinien ist für alle 5 Sorten der gleiche. Die Zugfestigkeit wächst zunächst mit steigender Temperatur, erreicht zwischen 200 und 300° C. den Höchstwert und nimmt dann verhältnismäßig schnell ab. Die Bruchdehnung

Digitized by Google

ist durch die Temperatur im entgegengesetzten Sinne beeinflußt: sie nimmt zunächst ab und dann schnell zu; die geringsten Werte sind bei etwa 200° C. erreicht.

Seiner Größe nach schwankt der Wärmeeinfluß bei den verschiedenen Stahlsorten, besonders die Linien für die Dehnung gehen bei Temperaturen über 200° C. weit auseinander. Hierzu dürfte der Einfluß der Belastungsgeschwindigkeit jedenfalls mit beigetragen haben, aber auch im übrigen lassen die Bachschen Versuche keinen gesetzmäßigen Einfluß der chemischen Zusammensetzung des Materials auf dessen Widerstand gegen Temperatur-

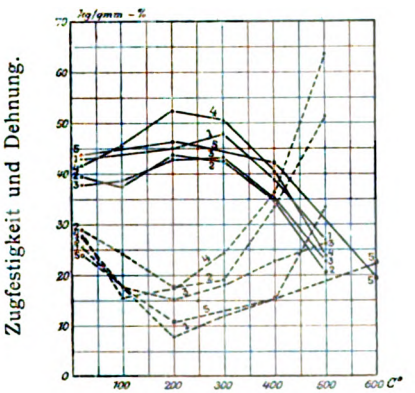


Fig. 12. Stahlguß.

——— = Zugfestigkeit σ_B, - - - = Bruchdehnung δ.

Material: nach Bach 0 = 1, K = 2, M = 3, O E = 4, nach Rudeloff = 5.

einflüsse erkennen. Es möge aber darauf hingewiesen sein, daß das Material 0E bei dessen Herstellung ganz besonders auf günstiges Verhalten bei hohen Temperaturen Bedacht genommen war, die größte Festigkeitssteigerung und im allgemeinen auch die größten Bruchdehnungen aufweist.

Bei der mittleren Zugfestigkeit σ_B von 41 kg/mm² und Bruchdehnung δ von 27% bei Zimmerwärme wird man für Stahlguß folgende Annäherungswerte für die Veränderung der Festigkeitseigenschaften bei höheren Temperaturen annehmen können:

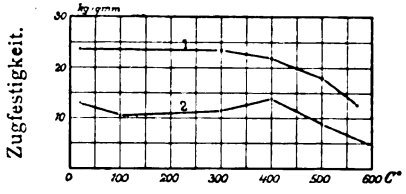
Digitized by Google

Temperatur Grad C.		100	200	300	400
Änderung in % gegen 20°	σ_B	+ 6	+ 12	+ 10	− 7
	δ	− 30	− 50	− 33	± 0

Ähnlich der Dehnung verhielt sich die Querschnittsverminderung, ihre Abnahme mit wachsender Temperatur war aber geringer. Die Streckgrenze ging mit wachsender Temperatur stetig zurück.

4. Gußeisen.

Howard [12] fand, daß Gußeisen bis 386° C. nur wenig an Festigkeit einbüßte. Bei höherer Temperatur nahm die Festigkeit allmählich ab, „jedoch in so geringem Maße, daß es schließlich die-



Versuchstemperatur.

Fig. 13. Gußeisen.

Zugfestigkeit σ_B: 1nach Bach, 2 nach Rudeloff.

selbe Festigkeit besaß wie weicher Stahl". Vor dem Bruch traten zahlreiche Risse auf.

Meine Versuche [23] und die von Bach [25], s. Fig. 13, bestätigen die Beobachtung von Howard, daß die Festigkeit von Gußeisen erst bei Temperaturen über 300—400° C. nennenswert an Festigkeit verliert. Setzt man die Festigkeit bei Zimmerwärme gleich 100, so ergeben sich folgende Verhältniszahlen:

Temperatur Grad C.		20	300	400	500	570
Verhältniszahlen nach	Bach	100	99	92	76	52
	Rudeloff	100	88	107	68	38

Digitized by Google

Dabei war die durchschnitliche Zusammensetzung des Versuchsmaterials:

Material	Graphit	C gebunden	C gesamt	Mn	Si	Cu	S	P
Bach	2·85	0·79	3·64	1·73	1·178	0·170	0·085	0·158
Rudeloff	—	—	3·56	0·93	2·650	—	0·054	0·517

Die Versuche von Kürt [38] ergaben, daß die Kugeldruckhärte des untersuchten Gußeisens mit steigender Temperatur zunächst langsam abnahm, zwischen 200 und 300° C. wieder etwas wuchs und bei über 300° C. sehr schnell abnahm. Die Versuche zeigen also eine annähernde Übereinstimmung mit den Zugversuchen des Verfassers (s. Fig. 13).

5. Temperguß (getemperter Eisenguß).

Versuche der Verfasser [23] mit Stäben von $12 \times 6{\cdot}5$ mm Querschnitt lieferten die in Fig. 14 dargestellten Ergebnisse, denen auch die Linie für die Zugfestigkeit des Gußeisens [23] beigefügt

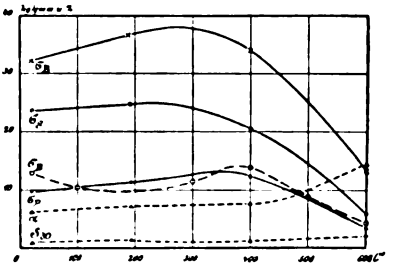


Fig. 14. Temperguß.

—— Spannungen, ---- Dehnungen für Temperguß,
— — — Bruchspannung σ_B für Gußeisen.

ist. Nach ihnen wachsen σ_P, σ_S, σ_B anfänglich mit der Temperatur, erreichen bei etwa 250—300° ihre Höchstwerte und nehmen dann bei höherer Temperatur schnell ab. Die Werte für σ_P stimmen bei allen Temperaturen annähernd mit der Bruchfestigkeit des Gußeisens überein. Die Dehnung α innerhalb σ_P nimmt bis 400° C. wenig, bei höheren Temperaturen schnell zu. Die an sich geringe Bruchdehnung ist durch Temperaturänderungen kaum beeinflußt.

Digitized by Google

Fig. 15—17 sind körperliche Darstellungen der Versuchsergebnisse [23] für Stahlguß, Gußeisen und Temperguß. Fig. 15 zeigt deutlich, wie die bei Zimmertemperatur scharf ausgeprägte Streckgrenze des Stahlgusses bei höheren Temperaturen immer mehr verwischt wird und heruntergeht, so daß die Schaulinie bei 600°C. schließlich ähnlichen Verlauf zeigt, wie die für Gußeisen (Fig. 16) bei Zimmertemperatur. Zwischen Gußeisen (Fig. 16) und

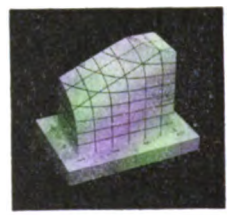


Fig. 15. Stahlguß.

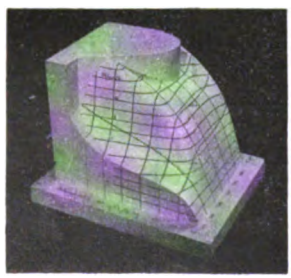


Fig. 16. Gußeisen.

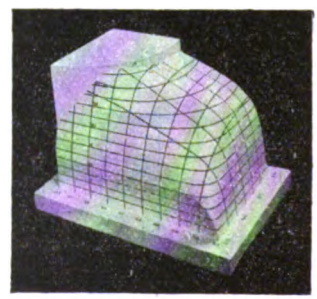


Fig. 17. Temperguß.

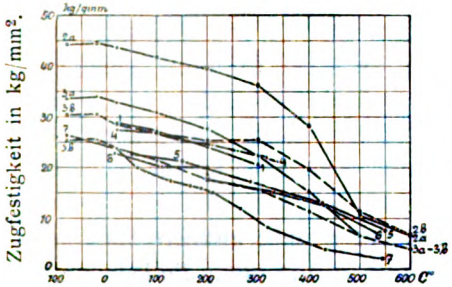
Temperguß (Fig. 17) tritt ein scharfer Unterschied darin zutage, daß die Festigkeit des Gußeisens bei über 400°C. schroff abfällt, beim Temperguß dagegen allmählich.

6. Kupfer.

Fig. 18 und 19 zeigen die Gegenüberstellung der von mir [14 u. 20], Unwin [21], Le Chatelier [26] und Stribeck [29] bei Zugversuchen ermittelten Zugfestigkeiten σ_B und Bruchdehnungen δ. Fig. 18 läßt erkennen, daß σ_B bei allen Untersuchungen mit steigender Temperatur stetig abnahm. Die großen Unterschiede

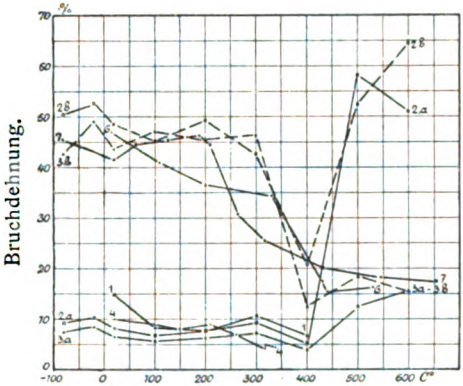
Digitized by Google

der Beobachtungswerte sind teils in der chemischen Zusammensetzung, teils in der Vorbehandlung des Materials und teils in Verschiedenheiten der Belastungsgeschwindigkeit begründet. Letzterem Umstande ist es zuzuschreiben, daß die Linie 7 von 61° C. ab wesentlich tiefer liegt als alle anderen; die zugehörigen Beobachtungen sind abweichend von den übrigen Reihen bei langer Versuchsdauer erhalten. Die Versuche Linie 7 bei geringeren Temperaturen



Versuchstemperatur.

Fig. 18. Kupfer. Zugfestigkeit.



Versuchstemperatur.

Fig. 19. Kupfer. Bruchdehnung.

1 Rudeloff 1893
2 u. 3 dgl. 1898
2a u. 3a hart gezogen
2b u. 3b geglüht
2a u. 2b mit 1·86% Zinn
3a u. 3b mit Spuren Zinn
4 u. 5 Unwin 1899
6 Le Chatelier 1901
7 Stribeck 1903, sehr langsame Laststeigerung.

sind in der üblichen Weise angestellt worden, und ihre Ergebnisse fallen nun mit denen der Linie 3b zusammen.

Der Einfluß der Vorbehandlung auf die Zugfestigkeit bei gewöhnlicher Versuchsdauer äußerte sich, nach dem Vergleich der Linien 2a und 3a für hartgezogenes Material mit den Linien 2b und 3b für dasselbe, aber geglühte Material, in der bekannten Festigkeitssteigerung durch Kaltbearbeitung; von etwa 250° C. ab

Digitized by Google

verlor sie sich mit steigender Temperatur allmählich und bei 500° C. und darüber war sie nicht mehr wahrnehmbar.

Der Einfluß der chemischen Zusammensetzung tritt an den Linienpaaren 2 und 3 deutlich zutage, und zwar ist es hier der Gehalt von 1·86% Zinn, der dem Material 2 die höhere Festigkeit verlieh. Der Unterschied tritt bei über 300° C. immer mehr zurück, bleibt aber auch bei 600° C. noch bemerkbar.

Weit größer als in der Festigkeit (Fig. 18) sind die Unterschiede der untersuchten Kupfersorten in der Bruchdehnung (Fig. 19). Der Einfluß der verschieden großen Meßlängen tritt dabei zurück gegen den der Vorbehandlung. Letzterer erscheint nach dem Vergleich von 2a und 3a, hartgezogen, mit 2b und 3b, geglüht, und nach der guten Übereinstimmung zwischen 3b und 7, geglüht, so ausgeprägt, daß aus der Lage der Linien (Fig. 19) wohl mit ziemlicher Sicherheit geschlossen werden kann, daß auch die Linie 7 für geglühtes, die Linien 1 und 4 dagegen für mechanisch gehärtetes Material gelten.

Der Wärmeeinfluß erweist sich bei dem geglühten Material (2b, 3b u. 7) bis 200° C. als sehr gering, dann nimmt die Dehnung mit wachsender Temperatur schnell ab, bis sie bei 400—450° C. anscheinend den geringsten Wert erreicht und schließlich, abgesehen vom Material 2, bis 600° C. sich nicht wesentlich mehr ändert. Bei den hartgezogenen Kupfersorten 2a und 3a, mit denen 1 und 4 annähernd übereinstimmen, weist die Dehnung zunächst bei 100° C. einen Mindestwert auf, dann nimmt sie mit wachsender Temperatur zu, um bei mehr als 300° C., ebenso wie beim geglühten Material, zu fallen und von da ab durch nochmaliges Ansteigen den Werten für das geglühte Material sich zu nähern.

Sehr auffallend ist der Verlauf der Linie 2. Bei diesem Material nimmt die Dehnung nach voraufgegangener Abnahme bei über 400° C. außerordentlich stark zu, und zwar bis über den Wert für Zimmerwärme. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß auch hierin die Wirkung des Zinngehaltes dieses Materials zutage tritt.

Die Kugeldruckhärte nimmt nach den Versuchen von Kürth[38] beim Kupfer, so wie beim reinen Silber, proportional mit wachsender Temperatur ab. Die Werte liegen somit auf einer Geraden. Sind sie aus den Eindruckdurchmessern für gleiche Belastungen ermittelt, so schneidet die verlängerte Gerade für das ausgeglühte Material anscheinend die Abszissenachse bei der Schmelztemperatur des

Digitized by Google

betreffenden chemisch-reinen Metalls. Bei mechanisch gehärtetem (gestrecktem) Kupfer folgten die Härteänderungen bis 250° C ebenfalls einer Geraden; bei höheren Temperaturen machten sich Ausglühwirkungen bemerkbar, sie sind von der Zeitdauer der Temperatureinwirkung abhängig; die Belastungspunkte fielen daher zwischen die beiden Geraden für das gestreckte und geglühte Kupfer. Versuche, bei denen Kupferproben bei bestimmten Temperaturen verschieden lange Zeit geglüht und nach dem Erkalten der Kugeldruckprobe unterzogen wurden, bestätigten, daß die Glühwirkung bei Kupfer mit etwa 250° C. beginnt und dann wesentlich von der Glühdauer abhängt; bei 450° C. genügte die Dauer von wenigen Minuten, um die Härtung durch voraufgegangene mechanische Bearbeitung vollständig zu beseitigen.

7. Kupfer-Zinn-Zink-Bronze.

In Tab. 1—2 sind die Ergebnisse aus verschiedenen Versuchsreihen zusammengestellt, die Bronzen geordnet nach wachsendem Gehalt an Zinn. Bei allen Reihen nimmt die Zugfestigkeit mit wachsender Temperatur ab, die Bruchdehnung dagegen wächst bei den Bronzen 1—8 mit etwa 40% Zink und 0—1% Zinn mit der Temperatur, während sie bei den Bronzen 9—12 mit steigender Temperatur abnimmt.

Der Vergleich ist unsicher infolge der Verschiedenartigkeit der angewendeten Versuchsverfahren, besonders hinsichtlich Stabform und Versuchsgeschwindigkeit, aber auch hinsichtlich der Erzeugungsart, zumal auch die Gießtemperatur von Einfluß ist. So ergibt der Vergleich der Bronzen 1—4 mit den Bronzen 5—7 von annähernd derselben Zusammensetzung, daß die Zugfestigkeit des heiß gegossenen Materials 1—4 sich bei etwa 20° von der des kalt gegossenen zwar nicht wesentlich unterscheidet, wohl aber mit wachsender Temperatur stärker abnimmt, so daß sie schon von 150° C. ab von der Festigkeit der kalt gegossenen Bronze sichtlich übertroffen wird. Ferner ist die Bruchdehnung der heiß gegossenen Bronze bei Zimmertemperatur erheblich größer als die der kalt gegossenen, mit wachsender Temperatur tritt Ausgleich ein und von 200° C. ab erscheint die Bruchdehnung der kalt gegossenen Bronze größer.

Zinngehalte zwischen 0 und 1·0% bei etwa 40% Zink bewirkten beim heiß gegossenen Material keine wesentlichen Unter-

Digitized by Google

Zugversuche mit Kupfer- Zinn- Zink-Bronzen.

Analysen.

Tabelle I.

Laufende Nr.	Versuche von	Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Eisen	Mangan	Phosphor	Bemerkungen
1	Charpy	57·07	Spur	42·24	0·17	0·07	0·15	0·08	Heiß gegossen
2		57·56	0·10	41 47	0·19	0·07	0·22	0·11	
3		58·99	0·31	40·27	0·17	0·06	0·30	0·09	
4		58·90	0·34	40·49	0·22	0·06	0·13	0·10	
5		58 97	0·05	40·40	0·18	0·07	0·18	0·08	Möglichst kalt gegossen
6		56·20	0·11	42·95	0·13	0·05	0·33	0·07	
7		58·04	0·32	40·10	0·07	0·05	0·21	--	
8	Rudeloff	57·40	1·00	40·40	—	1·00	0·10	—	—
9	Bach	91·35	5·45	2·87	0·28	0·03	—	Spur	—
10		86·67	8·88	3·95	0·50	0·04	—	0·04	
11	Le Chatelier	—	10·00	3·00	—	—	—	—	—
12	Charpy	88·11	13·05	1·62	—	—	—	—	—

Digitized by Google

Eigenschaften bei verschiedenen Temperaturen.

Tabelle II.

Lauf. Nr. u. Tab. I.	Eigenschaft	Versuchstemperatur in Grad Celsius														
		15-20	100	140	150	200	225	230	250	290	300	350	400	415	450	500
1	Zug-festigkeit kg/cm²	39·5	—	—	30·8	26·8	23·5	—	21·4	—	—	—	—	—	—	—
2		36·4	—	—	30·0	27·8	24·8	—	20·5	—	—	—	—	—	—	—
3		38·6	34·7	—	30·8	27·8	24·0	—	21·4	—	—	—	—	—	—	—
4		38·7	—	—	—	28·7	24·6	—	21·8	—	—	—	—	—	—	—
5		35·9	35·4	—	34·1	30·8	28·1	—	26·7	—	—	—	—	—	—	—
6		38·5	41·4	—	37·4	29·4	27·4	—	25·4	—	—	—	—	—	—	—
7		44·0	37·4	—	36·4	34·0	32·1	—	28·7	—	—	—	—	—	—	—
8		45·2	43·3	—	—	37·0	—	—	28·7	18·5	—	9·5	4·9	—	—	—
9		24·0	24·2	—	—	22·5	—	—	—	—	13·0	—	6·3	—	—	4·4
10		24·9	24·8	—	—	23·8	—	—	20·3	—	16·1	11·6	11·1	—	8·3	6·9
11		15·9	—	16·6	—	—	—	14·4	13·2	—	12·0	11·0	—	6·4	—	—
12		22·7	20·7	—	20·1	18·1	17·4	—	16·0	—	—	—	—	—	—	—
1	Dehnung δ %	25·0	—	—	30·0	42·0	37·3	—	37·5	—	—	—	—	—	—	—
2		26·0	—	—	41·0	48·4	52·0	—	52·8	—	—	—	—	—	—	—
3		42·0	45·0	—	43·0	52·4	46·0	—	41·5	—	—	—	—	—	—	—
4		32·3	—	—	—	40·0	31·0	—	26·5	—	—	—	—	—	—	—
5		15·0	27·3	—	34·7	47·5	46·5	—	55·0	—	—	—	—	—	—	—
6		8·4	13·6	—	29·0	44·0	40·8	—	65·2	—	—	—	—	—	—	—
7		16·2	11·7	—	19·7	40·0	40·2	—	45·2	—	—	—	—	—	—	—
8		35·9	39·6	—	—	38·9	—	—	73·7	65·7	—	74·5	67·8	—	—	—
9		36·3	35·4	—	—	34·7	—	—	—	—	11·5	—	0·0	—	—	0·0
10		17·4	20·1	—	—	17·9	—	—	12·1	—	6·8	2·0	1·5	—	0·5	0·3
11		5·7	—	7·1	—	—	—	3·9	4·2	—	2·0	1·4	—	1·4	—	—
12		4·5	6·3	—	13·1	5·8	4·0	—	3·3	—	—	—	—	—	—	—

Digitized by Google

schiede in der Bruchfestigkeit und Dehnung, dagegen scheint bei dem kalt gegossenen Material die Bruchdehnung mit wachsendem Zinngehalt abzunehmen. Die Bronzen 9—12 mit höheren Zinngehalten (5—13%) besaßen bei Zimmerwärme erheblich geringere Festigkeiten und zum Teil auch geringere Bruchdehnungen als die vorgenannten zinnärmeren; bei Temperaturen über 300° C. zeigten sie dagegen größere Festigkeit. Für die praktische Verwendung kommt dies aber nicht in Betracht, da die Festigkeit aller vorliegenden Bronzen bei über 250° C. derart gering ist, daß ihre Verwendung bei so hoher Temperatur ausgeschlossen erscheint, und zwar bei den Bronzen mit 10 und 13% Zinngehalt um so mehr, als ihre schon bei Zimmertemperatur geringe Dehnung in der Hitze noch weiter abnahm.

8. Manganbronze.

Die vorliegenden Versuche mit Manganbronze [14—15], wie sie von der Isabellenhütte bei Dillenburg nach dem Verfahren von Heusler erzeugt wird, erstrecken sich auf gewalzte, ungeglühte Bronzen mit 3·2, 5·3, 7·3 und 9·4% Mangan und auf gegossene Bronze mit 13·5% Mangan bei den Temperaturen zwischen 20 und 400° C. Die Prüfung erfolgte mit der Einrichtung Fig. 10 bei 100 und 200° C. in Paraffin, bei 300° C. im Schmelzbade aus Zinn und Blei und bei 400° C. im Bleibade.

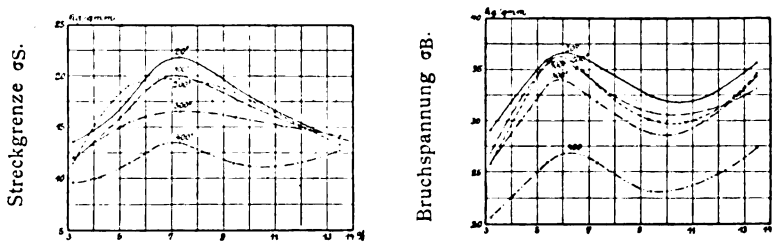


Fig. 20—21. Manganbronze. Streckgrenze und Bruchfestigkeit.

Die in Fig. 20—22 durch Schaulinien dargestellten Versuchsergebnisse zeigen, daß die Streckgrenze σ_S (Fig. 20) und Bruchfestigkeit σ_B (Fig. 21) des Kupfers mit wachsendem Manganzusatz zunächst zu- und dann wieder abnimmt. Die Höchstwerte, deren Beträge aus den Figuren ohne weiteres zu entnehmen sind, liegen

Digitized by Google

nahezu übereinstimmend bei allen Temperaturen für σ_S bei 7·3% Mangan, für σ_B bei etwa 6% Mangan. Bei der gegossenen 13·5%igen Bronze erreichte σ_B nahezu die gleichen Werte wie die 6%igen. Die größte Bruchdehnung δ Fig. 22 wurde für die 5·3%ige Bronze ermittelt; auffallend gering ist sie für die Bronze mit 7·3% Mangan.

Mit wachsender Temperatur nahmen Festigkeit und Dehnung ab, ein nennenswerter Einfluß in dieser Richtung trat aber erst bei Temperaturen über 200° C. hervor. Wegen höchster Festigkeit und größter Dehnung erwies sich die Bronze mit 5—6% Mangangehalt von allen als die brauchbarste für auf Zug beanspruchte Konstruktionsteile.

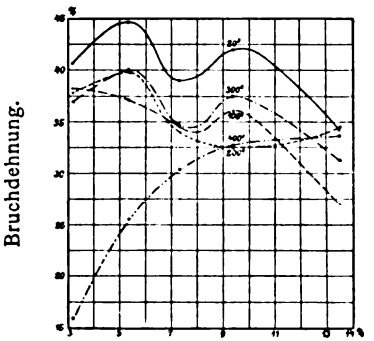


Fig. 22. Manganbronze. Bruchdehnung.

9. Delta-Metall.

Untersuchungen mit Delta-Metall liegen vor vom Verfasser [15] und von Unwin [21]. Nach den Darstellungen der Ergebnisse Fig. 23 besaß das Unwinsche Material sowohl gewalzt als auch gegossen größere Festigkeit und geringere Dehnbarkeit als das meinige. Bei beiden Materialien und in beiden Zuständen äußerte sich aber der Einfluß höherer Temperaturen im allgemeinen gleichartig. Bei dem gegossenen Material nahm die Zugfestigkeit bis 100° C. nicht wesentlich ab, sondern nach den Versuchen von Unwin sogar zu; im übrigen aber nahm sie mit wachsender Temperatur stetig ab. Die Bruchdehnung nahm zu, bei mehr als 200° C. traten Unstetigkeiten ein. Ob sie durch Nebeneinflüsse,

Digitized by Google

etwa durch Unterschiede in der Versuchsgeschwindigkeit veranlaßt oder in den Materialeigenschaften begründet sind, muß dahin gestellt bleiben.

Die Spannung an der Streckgrenze blieb nach meinen Versuchen bis 200° C. nahezu unverändert und nahm dann mit wachsender Temperatur stetig ab.

Den Einfluß der Bearbeitung (Vorstreckens) bei verschiedenen Temperaturen auf die Festigkeitseigenschaften nach dem Wiedererkalten zeigen Fig. 24 und 25 für mehrere Metalle [39]. Die Probe-

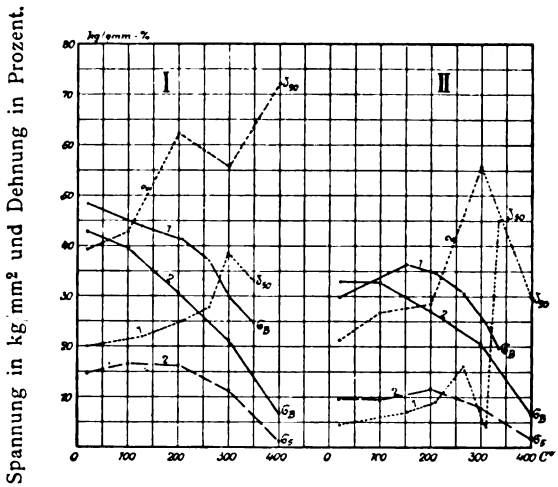


Fig. 23. Delta-Metall: 1 nach Unwin, 2 nach Rudeloff.
I. gewalzt, II. gegossen.
——— σ_B, ····· δ, — — — σ_S.

stäbe habe ich den bei verschiedenen Temperaturen geprüften Zerreißproben entnehmen lassen und zwar tunlichst aus deren gleichmäßig gestrecktem Teil. Alle Stäbe sind demnach um den bei den betreffenden Temperaturen erreichbaren größten Betrag vorgestreckt. Weiter geplante Versuche mit gleich großer Vorstreckung bei allen Temperaturen haben bisher nicht ausgeführt werden können. Der Verlauf der Schaulinien Fig. 24 und 25 läßt die Änderungen der Spannungsgrenzen σ_P, σ_S und σ_B sowie der Bruchdehnung δ ohne weiteres erkennen, so daß von Erörterungen im einzelnen abgesehen werden kann. Hervorgehoben möge aber sein, daß das

Digitized by Google

untersuchte Kupfer bereits bei der ursprünglichen Prüfung in einem gewissen Grade mechanischer Bearbeitung sich befand.

Le Chatelier [26] streckte schwedisches Eisen mit 0·06% C und weichen Stahl mit 0·163% C bei 190° C. und 220° C. um 3 und 3·5% und fand den Einfluß des Vorstreckens beim Stahl mit höherem Gehalt an Kohlenstoff größer als beim Eisen. Das

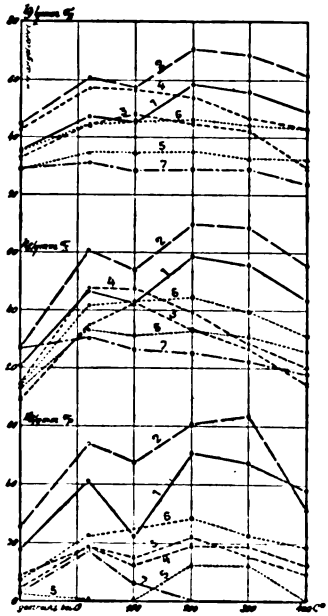


Fig. 24.

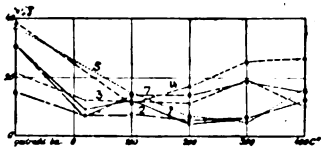


Fig. 25.

Einfluß des Streckens bei verschiedenen Wärmegraden auf die Bruchdehnung.

Zu Fig. 24.

Einfluß des Streckens bei verschiedenen Wärmegraden auf die Spannungsgrenzen

Material: 1. Schweißeisen,
2. Martinstahl,
3. gegossenes } Delta-
4. gewalztes } metall,
5. 4% } Manganbronze,
6. 15% }
7. Kupfer.

Härterwerden ist nach Le Chatelier eine Folge von „Umformung"; sie erfordere Zeit zu ihrer Entwicklung, und daher nehme der Einfluß des Streckens bei niedrigen Temperaturen wegen unvollkommener Umformung mit wachsender Geschwindigkeit ab. Bei Temperaturen über 250° C. wirke der Einfluß des Glühens dem des Vorstreckens entgegen, und daher sei schnelles Strecken hier von größerer Wirkung als langsames.

Digitized by Google

Literaturübersicht.

1. Tremery und Proirier-Saint-Brice, 828, Annales des Mines, Bd. 3, S. 513.

2. Report of the Committee of the Franklin Institute on the explosion of steam boilers. Philadelphia 1837; Dinglers polyt. Journal, Bd. 71, S. 257.

3. Wertheim, 1848, Poggendorfs Annalen Ergänzungsband 2, S. 57.

4. Baudrimont, 1850, Annales de chemie et de physique, Bd. 30, S. 304.

5. Fairbairn, 1856, Report of the British Association for the avancement of science, S. 405.

6. Knut Styffe, 1863, Die Festigkeitseigenschaften von Eisen und Stahl, Weimar.

7. Pisati und Saporita-Ricca, 1870, Poggendorfs Annalen, Beiblatt 77, S. 309.

8. Charles Huston, 1878, Z. d. V. d. J. 1886, S. 572.

9. Dr. Kollmann, 1880, Verhandl. d. Vereins z. Beförderung d. Gewerbefleißes, 1880, S. 92.

10. Martens, 1889, Mitt. a. d. Kgl. Techn. Versuchsanstalten zu Berlin 1889, Ergänzungsheft IV.

11. Martens, 1890, Mitt. a. d. Kgl. Techn. Versuchsanstalten zu Berlin, 1890.

12. James Howard, 1890, Iron Age, S. 585 u. Zeitschr. d. V. d. J. 1891, S. 388.

13. Martens, 1891, Mitt. a. d. Kgl. Techn. Versuchsanstalten zu Berlin, 1891.

14. Rudeloff, 1893, desgleichen, 1893, S. 292.

15. Rudeloff, 1895, desgleichen, 1895, S. 29 u. 197.

16. Charpy, 1895, Bulletin de la Société d'encouragement, 1895.

17. Stanger, 1895, Engineering, 1895, Bd. II, S. 186.

18. Charpy, 1896, Bulletin de la Société d'encouragement, 1896.

19. Carpenter, 1896, Engineering, 1896, Bd. I, S. 240.

20. Rudeloff, 1898, Mitt. a. d. Kgl. Techn. Versuchsanstalten zu Berlin, 1898, S. 171.

21. Unwin, 1899, The testing of materials of construction, 1899.

22. Charpy, 1899, Bulletin de la Société d'encouragement, 1899.

23. Rudeloff, 1900, Mitt. a. d. Kgl. Techn. Versuchsanstalten zu Berlin, 1900, S. 293.

24. v. Bach, 1900, Zeitschrift d. Vereins d. Ingenieure, 1900, S. 1749.

25. v. Bach, 1901, „ „ „ „ „ 1901, S. 168 u. 1477.

26. Le Chatelier, 1901, Baumaterialkunde, 1901, S. 157.

27. Charbonnier und Gely Aché, 1901, Congress in Budapest.

28. Vanderheym, 1901, desgleichen.

29. Stribeck, 1903, Zeitschr. d. Vereins d. Ingenieure, 1903, S. 559.

30. v. Bach, 1903, „ „ „ „ „ 1903, S. 1762

31. v. Bach, 1904, „ „ „ „ „ 1904, S. 385.

32. Stribeck, 1904, „ „ „ „ „ 1904, S. 897.

33. v. Bach, 1904, „ „ „ „ „ 1904, S. 1300.

34. Hadfield, 1905, Engineering, 1905, Bd. I, S. 629.

Digitized by Google

35. Hopkinson und Rogers, 1905, Engineering, 1905, Bd. II, S. 331.

36. Brinell, 1905, The Iron and Steel Magazine, 1905. Bd. I, S. 16.

37. Olry und Bonet, 1905, Zeitschr. d. Dampfkesseluntersuchungs- und Versicherungsgesellsch. Wien, 1905.

38. Kürth, 1909, Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure, 1909, S. 85.

39. Rudeloff, 1901, Untersuchungen über den Einfluß voraufgegangener Formänderungen auf die Festigkeitseigenschaften der Metalle; Mitteilungen a. d. Kgl. Technischen Versuchsanstalten zu Berlin, 1901, Ergänzungsheft I.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

VII$_1$

ÜBER DIE MITEINBEZIEHUNG DER MAGNETISCHEN UND ELEKTRISCHEN EIGENSCHAFTEN DER MATERIALIEN BEI IHRER MECHANISCHEN PRÜFUNG.

Bericht*) von Ing. **Alfred Grünhut** und Dr. tech. **Josef Wahn**, Wien.

Die vielfachen Beziehungen, welche zwischen den Erscheinungen der magnetischen, dielektrischen und mechanischen Polarisation bestehen, haben Dr. von Hoor veranlaßt, auf dem Kongreß zu Budapest dem Internationalen Verbande für die Materialprüfungen der Technik eine Reihe von Untersuchungsmethoden, die sich auf die obengenannten Wechselbeziehungen stützen, in Vorschlag zu bringen.

So hat Dr. von Hoor in Bezug auf die ferromagnetischen Materialien die Veränderungen, welche die Magnetisierungslinie, die Permeabilitätskurve, die statische und viskose magnetische Hysteresis, der remanente Magnetismus und die Koerzitivkraft, ferner welche der elektrische Leitungswiderstand durch mechanische Beanspruchungen erfahren, für die Beurteilung der mechanischen Eigenschaften der obengenannten Stoffe für geeignet erklärt.

Dr. von Hoor hat dem Kongreß einen Beschlußantrag unterbreitet, demzufolge es wünschenswert erscheint, parallel mit den mechanischen Eigenschaften der Materialien auch ihre magnetischen und elektrischen Eigenschaften zu studieren, und vorgeschlagen, daß eine für diesen Zweck eingesetzte Kommission die einschlägigen Daten zu ordnen, ein allgemeines Untersuchungsprogramm festzusetzen und zu prüfen habe, in welcher Weise die magnetischen und

*) Auszug aus dem als „Ergänzungsheft" erscheinenden ausführlichen Bericht.

Digitized by Google

elektrischen Eigenschaften zur Definition und Beschreibung der Materialien der Technik herangezogen werden können.

Die Gefertigten sind nur dem ersten Teil dieser Aufgabe gerecht geworden, indem sie die wichtigsten Arbeiten, durch welche einige Beziehungen zwischen den physikalischen Eigenschaften der magnetischen Metalle nachgewiesen werden, soferne diese Arbeiten für die Frage der praktischen Materialprüfung in Betracht kommen können, auszugsweise in einem Anhang zu diesem Bericht zusammenstellen*).

Schon dieser kurze Überblick zeigt die Mannigfaltigkeit der zutage tretenden Erscheinungen und die Unmöglichkeit, aus den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen exakte, als Grundlage für die Prüfung der Materialien dienende Beziehungen zwischen den physikalischen Eigenschaften derselben aufzustellen.

Eine große Anzahl von Versuchen ging darauf hinaus, den Einfluß von elastischen Beanspruchungen (Zug, Druck oder Torsion) auf die Magnetisierungslinie von Eisen und Stahl festzulegen, in der Weise, daß man Versuchsstäbe oder Drähte während der Magnetisierung durch äußere Kräfte beanspruchte. Der Einfluß derselben auf den Magnetismus des Eisens läßt sich aber nicht genau festlegen. So wird z. B. schwacher Magnetismus durch Zugbeanspruchung verstärkt, starke Magnetisierung herabgesetzt; das magnetische Bild ist ein anderes, ob das Eisen vor der Magnetisierung bereits einer Beanspruchung ausgesetzt war oder nicht, also auch die Vorgeschichte des Materiales drückt sich in der Magnetisierungslinie aus. Druckkräfte zeigen im allgemeinen die entgegengesetzten Wirkungen als Zugkräfte.

Es ist für das Ergebnis der Untersuchung nicht gleichgültig, ob während der Magnetisierung der Versuchskörper allmählich steigend belastet oder ob er entlastet wird, welche Abweichung man als magnetisch-elastische Hysteresis bezeichnen kann.

So wie der temporäre, wird auch der im Eisen nach Aufhören der Magnetisierung verbleibende remanente Magnetismus durch Zugbeanspruchungen beeinflußt, aber nicht in eindeutiger Weise, sondern in Abhängigkeit von der Größe der vorausgegangenen Magnetisierung.

*) Als Grundlage für die Zusammenstellung dienten, außer der einschlägigen Zeitschriftenliteratur, das Buch von Ewing, Magnetische Induktion in Eisen und verwandten Metallen, und Winkelmann-Auerbach, Handbuch der Physik, Bände IV und V.

Digitized by Google

Einen Einblick in die molekularen Verhältnisse des Materiales vermag die schon seit langem bekannte Erscheinung zu geben, daß ein Eisendraht oder Stab, wenn er der Magnetisierung ausgesetzt wird, seine Länge und sein Volumen ändert. Auf den Wert dieser Längenänderungen nehmen naturgemäß die Größe der Magnetisierung, die ursprünglichen Dimensionen des Versuchskörpers, seine elastische Vorgeschichte und nicht in letzter Linie Temperaturänderungen großen Einfluß.

Ein Versuchsstab dehnt sich mit steigender Magnetisierung bis zu einer größten Länge aus und zieht sich dann wieder bis auf seine ursprüngliche Länge zusammen; ja man kann sogar bei ziemlich hoher Magnetisierung eine Verkürzung des Versuchskörpers nachweisen. Man kann auch bei dieser Erscheinung, sowie bei allen magnetischen Erscheinungen, von einer Hysteresis der Längenänderung gegenüber dem Magnetismus sprechen, d. h. die Längenänderungen eines Versuchskörpers sind andere bei zunehmendem als bei abnehmendem Magnetismus. Diese Verhältnisse ändern sich völlig, wenn man der Längsmagnetisierung des Versuchskörpers (Draht) eine zirkulare überlagert, etwa vermittelst eines durch den Draht gesandten Stromes.

Analoge Erscheinungen, wie sie bei Beanspruchung von Eisenstäben durch Zug oder Druck während der Magnetisierung auftreten, ergeben sich auch, wenn man den Versuchskörper während der Magnetisierung zyklischen Torsionen unterwirft. Bemerkenswert ist hiebei das ausgeprägte Auftreten von Hysteresis zwischen der Magnetisierung und der Torsionsbeanspruchung. Die Erscheinungen, die beim Tordieren eines magnetisierten Stabes auftreten, haben uns auch gezeigt, daß die magnetischen Metalle, wenn sie durch Scherung oder Torsion beansprucht werden, nach verschiedenen Körperachsen hin eine verschiedene magnetische Durchlässigkeit zeigen.

Eine große Anzahl von Messungen sucht festzustellen, ob und in welcher Weise die Elastizitätskonstanten von Eisen- und Stahldrähten durch die Magnetisierung beeinflußt werden. Als ziemlich feststehende Tatsache ist nur das eine Ergebnis hinzustellen, daß der Elastizitätsmodul bei Zug- und Torsionsbeanspruchungen mit zunehmender Magnetisierung zuerst rasch und dann langsam zunimmt, also ein ähnliches Verhalten wie die Permeabilität des Eisens zeigt; doch sind die Änderungen nicht sehr große.

Digitized by Google

Bei dieser Gelegenheit sei auch gleich auf die von L. Fraichet angestellten Versuche hingewiesen, über welche derselbe bereits dem IV. Kongreß des Internationalen Verbandes in Brüssel 1906 berichtet hat*) und die sich auf die Erscheinung stützen, daß beim Herannahen an die Elastizitätsgrenze große Veränderungen im magnetischen Zustand des der Zugbeanspruchung unterworfenen Probekörpers vor sich gehen. Darauf sich stützend will Fraichet die Elastizitätsgrenze in exakter Weise mittels des Galvanometers und einer Prüfspule nachweisen.

Es ist ferner, auf die Einflüsse von Erschütterungen und technologischen Bearbeitungen der magnetischen Materialien auf ihre magnetischen Eigenschaften hinzuweisen, worüber im Anhang auszugsweise berichtet wird.

Einen bedeutenden Einfluß, sowohl auf den temporären als auch auf den remanenten Magnetismus üben Temperaturänderungen aus.

Im allgemeinen zeigt sich, daß der einer bestimmten magnetisierenden Kraft entsprechende temporäre Magnetismus mit wachsender Temperatur erst rasch, dann allmählich langsamer zunimmt, schließlich ein Maximum erreicht und hierauf bei weiterer Temperaturerhöhung rasch abfällt. Bei der Abkühlung erscheint er dann wieder, steigt, erreicht ein Maximum und fällt bei weiterer Abkühlung auf den Anfangswert herab. Als Funktion der Temperatur findet sich mithin für jede magnetisierende Kraft eine kritische Temperatur, bei welcher der Magnetismus ein Maximum erreicht; andrerseits existiert für jede Temperatur eine kritische magnetisierende Kraft, unterhalb deren der Magnetismus für höhere Temperaturen größer, oberhalb deren er für höhere Temperaturen kleiner wird. Die Zunahme des Magnetismus ist eine desto beträchtlichere und der schließliche Abfall um so jäher, je kleiner die magnetisierende Kraft ist, bei welcher die Temperaturkurve aufgenommen wird. Der remanente Magnetismus erfährt eine Verringerung bei Erwärmung, bei starker Erhitzung geht er sogar ganz verloren. Dabei ist wieder zwischen erster und späterer Erwärmung zu unterscheiden, letztere ist von umkehrbarem Einfluß, erstere aber nicht. Dies gilt jedoch nur, wenn die äußerste Temperatur eine gewisse Größe nicht überschreitet. Wenn das Material kräftig geglüht wird, verliert es nach wiederholten Zyklen den Magnetismus dauernd. Wiederholtes Ausglühen ist mithin ein vorzügliches Entmagnetisierungsmittel.

*) Nouvelle méthode d'essai des métaux magnétiques. Veröffentlicht mit einem deutschen Auszug.

Digitized by Google

Der Einfluß, den die Temperatur auf die Hysteresis ausübt, kann aus der Beeinflussung des temporären und des remanenten Magnetismus gefolgert werden.

Es sei hier noch erwähnt, daß, ähnlich wie bei fast allen Beeinflussungen des Magnetismus, auch bezüglich der zyklischen Temperaturänderungen eine Hysteresiserscheinung auftritt. Diese Temperatur-Hysteresis ist jedoch gering und erreicht nur zwischen jenen Temperaturen, bei welchen der Magnetismus verschwindet, bezw. wieder auftritt, höhere Werte. Dieses Temperaturintervall beträgt im allgemeinen bei Eisen etwa 10°, bei Stahl 20 bis 30°.

Bei der Prüfung der bisher angestellten Versuche fällt es auf, daß der Einfluß von mechanischen Beanspruchungen auf die magnetische Hysteresis von Eisen und Stahl nicht eingehend genug untersucht wurde, und doch dürften diesbezügliche Untersuchungen bestimmte Merkmale für die Charakterisierung der magnetischen Materialien, insbesonders des Eisens und Stahls, liefern. Es wäre demnach, wie es uns scheint, äußerst erwünscht, durch einwandfreie Versuche festzulegen, in welchem Sinne die Hysteresisarbeit, d. i. die Arbeit, die aufgewendet werden muß, um die Moleküle des Eisens usw. zu orientieren, von mechanischen Beanspruchungen — bis zum Erreichen der Elastizitätsgrenze — beeinflußt wird.

Jedenfalls haben die angeführten Versuche ergeben, daß der Magnetismus zu fast allen physikalischen Erscheinungen in unmittelbarer oder mittelbarer Beziehung steht, zu den mechanischen Beanspruchungen aller Art ebenso, wie zu Temperatureinflüssen, zur chemischen Zusammensetzung des Materiales und seinem Gefüge. Der Zusammenhang zwischen diesen Erscheinungen ist jedoch nicht derart eindeutig festgelegt, daß man auf Grund der bisherigen Erfahrungen die physikalischen Eigenschaften des magnetischen Materiales aus magnetischen Untersuchungen im Sinne des Vorschlages von Hoor bestimmen kann. Können auch die bisher gefundenen Resultate diesen weitgehenden Anforderungen nicht genügen, so bieten sie doch genug wertvolle Ergebnisse, um den Grundstock für den Aufbau von praktischen magnetischen und elektrischen Materialprüfungsmethoden zu bilden, die gegenüber den üblichen mechanischen Verfahren die Vorteile der großen Empfindlichkeit und Einfachheit haben und die keine Zerstörung des Versuchskörpers mit sich bringen und daher leicht wiederholbar sind.

Digitized by Google

Digitized by Google

V^E CONGRÈS INTERNATIONAL POUR L'ESSAI DES MATÉRIAUX, COPENHAGUE 1909.

V. INTERNATIONALER MATERIALPRÜFUNGS-KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

V^TH INTERNATIONAL CONGRESS FOR TESTING MATERIALS, COPENHAGEN 1909.

VII$_1$

Supplément. — Ergänzungsheft. — Supplement.

ÜBER DIE MITEINBEZIEHUNG DER MAGNETISCHEN UND ELEKTRISCHEN EIGENSCHAFTEN DER MATERIALIEN BEI IHRER MECHANISCHEN PRÜFUNG.

Ergänzung zu dem Berichte von **Ing. A. Grünhut** und **Dr. J. Wahn.**

Einfluß von Zug- und Druckbeanspruchungen auf den temporären und remanenten Magnetismus, Einfluß von Erschütterungen, elastische Nachwirkungen.

Die ersten Untersuchungen gehen darauf hinaus, die Veränderungen in der Form der Magnetisierungslinie festzulegen, wenn elastische Kräfte, Zug oder Druck, auf einen Eisenstab oder Draht wirken. In Fig. 1 zeigt die Kurve 1 die Magnetisierungslinie, d. i. die Beziehung zwischen dem magnetischen Feld (H) und der Intensität der Magnetisierung (J). Wird nun der Stab auf Zug belastet und dann einem zunehmenden Feld ausgesetzt, so zeigt sich (bei nicht zu starken Zugbelastungen), daß schwache Magnetisierungsintensität verstärkt wird, während die starke Magnetisierung bei hoher Feldstärke geschwächt wird; die für verschiedene Belastungen aufgestellten Magnetisierungslinien (Kurven 1, 2, 3 der Fig. 1) schneiden sich demnach.

Man nennt diese Erscheinung den Villari-Effekt. Aus den Kurven der Fig. 1 können die der Fig. 2 abgeleitet werden[1]), in welcher die Magnetisierung J als Funktion der Belastung bei verschiedenen Feldstärken H dargestellt ist. Bei schwachen Feldern

[1]) Ewing, Magnetische Induktion, 139.

Digitized by Google

steigt die Magnetisierung mit der Belastung an, in starken Feldern steigt die Magnetisierung an bis zu einem Höchstwert und fällt dann ab.

Es gibt also einen bestimmten Wert der magnetisierenden Kraft (Feldstärke), bei welcher Belastungen des Versuchskörpers keinen Einfluß auf die magnetische Intensität oder die Permeabilität nehmen; dies ist der kritische Punkt. Nach Tomlinson nimmt der Wert dieser kritischen Feldstärke mit der Temperatur und Belastung zu.

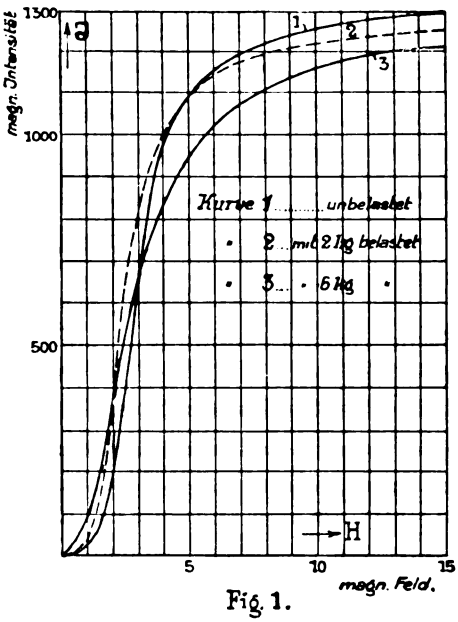


Fig. 1.

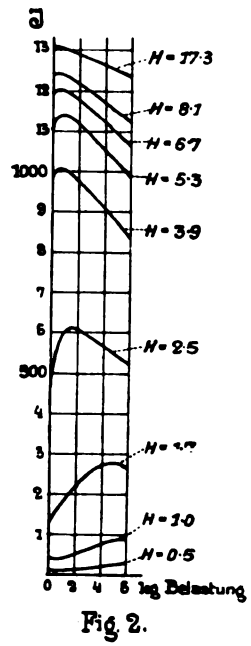


Fig. 2.

Zu der vorstehend beobachteten tritt noch eine Erscheinung hinzu, die magnetisch-elastische Hysteresis. Es zeigt nämlich der Versuch, daß, konstante Feldstärke vorausgesetzt, der gleichen Belastung verschiedene Werte der Magnetisierung entsprechen, wenn man den Versuchsstab während der Magnetisierung von der Belastung Null ausgehend in den belasteten Zustand bringt, oder wenn man, von einer stärkeren Belastung ausgehend, ihn allmählich entlastet. Wenn wir Belastung und Entlastung zyklisch durchführen, also, bei konstanter Feldstärke, die Belastung des Versuchskörpers allmählich bis zu einem größten Wert steigern und dann bis zur

Digitized by Google

Null abnehmen lassen, so macht auch die Magnetisierung einen zyklischen Prozeß durch. Sie steigt bis zu einem Höchstwert an (Fig. 3), um bei steigender Belastung wieder, aber nur wenig, abzunehmen. Entlastet man den Stab, so steigt der Magnetismus wieder auf ein Maximum an und fällt auf einen bestimmten Wert im unbelasteten Zustand ab. Die beiden Kurven für zunehmende und abnehmende Belastung der Fig. 3 fallen aber nicht in eine zusammen. Im übrigen sei gleich hier bemerkt, daß diese Unterschiede zwischen der Magnetisierung beim Belasten und Entlasten verschwinden, wenn man den Versuchskörper dauernd Erschütterungen aussetzt; dann fallen beide Kurven der Fig. 3 in eine zusammen.

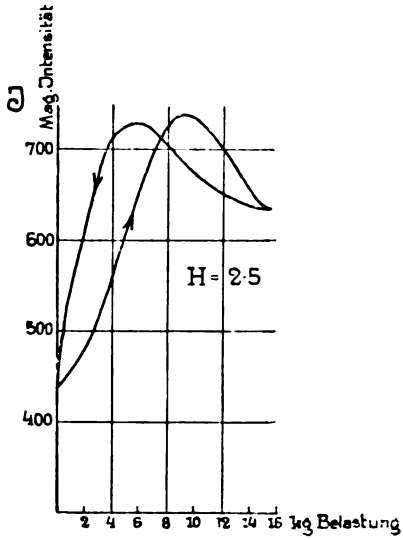


Fig. 3.

Von den besprochenen in mancher Hinsicht abweichende Erscheinungen zeigt Nickel. Es haben zwar neue Untersuchungen von Heydweiler gezeigt, daß, entgegen der früheren Anschauung, sich auch hier der Villari-Effekt geltend mache, allerdings bei sehr schwachen magnetischen Feldern. Im allgemeinen aber hat sich ergeben, daß longitudinale Dehnung die magnetische Suszeptibilität des Nickels bedeutend vermindert.

Bei Kobalt sind die Verhältnisse insoweit verwickelter, als der Magnetismus von Gußkobalt ein ganz anderes Verhalten gegenüber Belastungen zeigt, als der des ausgeglühten Kobalt; immer wird aber durch eine Zugbeanspruchung eine Verminderung der Magnetisierung erzielt. Nickelstahllegierungen werden bei Zug stärker magnetisch.

Druckkräfte haben im allgemeinen die entgegengesetzte Wirkung wie Zugkräfte. So zeigt sich z. B. bei Eisen, daß, von anfänglichen Wirkungen abgesehen, Druckkräfte in schwachen Feldern den Magnetismus vermindern, in starken aber erhöhen. Bei Nickel ist stets eine Vermehrung des Magnetismus zu be-

Digitized by Google

obachten. Während die Kurve 1 der Fig. 4 die Magnetisierungskurve für den unbelasteten Zustand bei Nickel darstellt, zeigen die Kurven 2 und 3 das magnetische Verhalten bei Belastung; charakteristisch ist das rasche Ansteigen auf einen Höchstwert, der dann so ziemlich konstant bleibt. Bei Gußkobalt ist die Wirkung von Druckkräften der beim Eisen entgegengesetzt.

Bemerkenswert ist der Einfluß von Druckkräften auf die Hysteresis des Eisens, die Parshall und Hobart[1]) untersucht haben. Die Ordinaten der Kurven in Fig. 5 geben die Hysteresisverluste in Watt von 1 Pfund (engl.) Eisen an, welches vom

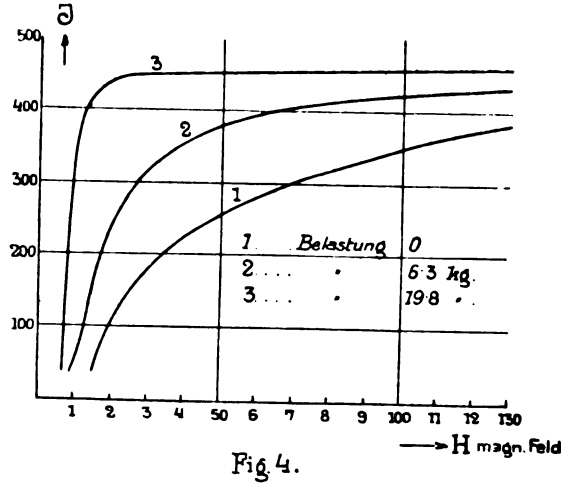


Fig. 4.

Wechselstrom von 100 Perioden bis zu einer maximalen Induktion von 24.000 c. g. s. Linien magnetisiert worden ist; die Abszissen sind die Druckbelastungen in Pfund pro Quadratzoll. Es wurden zwei Eisensorten, A und B, untersucht, von nachfolgender Zusammensetzung:

	A	B
Si	0·008	0·008
P	0·090	0·100
Mn	0·474	0·312
S	0·040	0·035
C	0·072	0·081

[1]) Engineering, London, 1898, Seite 100.

Digitized by Google

Die Hysteresis nimmt also mit wachsendem Druck zu. Die Permeabilität und die Induktion nehmen ab, wenn das Material Druckkräften unterworfen wird.

Mordey hat gezeigt[1]), daß durch eine Druckbelastung von 10·5 kg pro cm² der Hysteresisverlust eines Eisenkörpers um 21% größer wird und beim Nachlassen des Druckes wieder auf den ursprünglichen Wert zurückgeht. Ausglühen stellt die früheren magnetischen Eigenschaften des Materiales wieder her.

Endlich sei hier noch der Untersuchung Wassmuths Erwähnung getan, der einen Eisenstab unter Quecksilber, auf das ein Druck von 10 Atmosphären ausgeübt wird, der also unter allseitig starkem Druck steht, durch eine Spule magnetisiert. Es

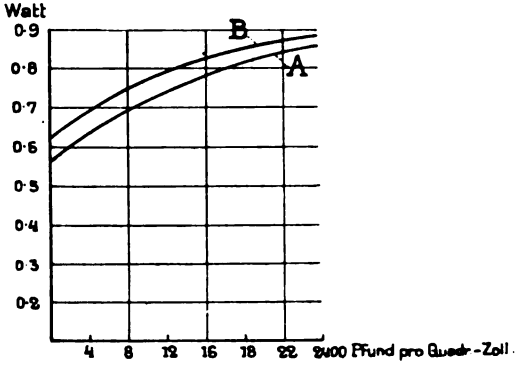


Fig. 5.

hat sich dabei ergeben, daß durch den allseitigen Druck schwache Magnetisierung vermindert, starke dagegen erhöht wird.

Wir haben bisher die magnetischen Eigenschaften der Metalle besprochen, die sich dann ergeben, wenn die Zugkraft während der Magnetisierung auf den Versuchskörper einwirkt. Nun hat Ewing[2]) Veränderungen im Magnetismus nachgewiesen, wenn der Versuchskörper (Eisenstab oder Draht) vorher durch eine Zugkraft beansprucht war und nachher einer magnetisierenden Kraft ausgesetzt wurde. Ewing konnte durch Versuche nachweisen, daß eine vorübergehende, mäßige Zugbeanspruchung günstig auf die magnetische Intensität einwirke, da diese einen im Maximum

[1]) Proc. Royal Soc., 17. Jänner 1895.

[2]) Ewing., l. c., 204.

Digitized by Google

höheren Wert erreicht, als wenn das Eisen vor der Magnetisierung unbelastet war; bei einer starken vorhergehenden Belastung aber zeigte sich eine Abnahme der Intensität also auch der Suszeptibilität. Wenn man aber den Versuchskörper vor der Magnetisierung stark erschüttert oder ihn durch einen allmählich bis auf Null abnehmenden magnetisierenden Strom entmagnetisiert, so sind die Unterschiede, die sich bei den nachherigen Magnetisierungen gegenüber einem nicht beanspruchten gewesenen Draht zeigen, verschwindend. Die Ursache dieser Erscheinung wird in dem Umstand erblickt, daß das Eisen durch die vorgehende Belastung gehärtet worden ist, also Strukturänderungen erfahren hat. Diese Anschauung wird dadurch bestätigt, daß bei Beanspruchung des Eisendrahtes bis zur bleibenden Längenänderung die magnetische Intensität bei nachheriger Magnetisierung noch höher ansteigt. Nur bei sehr starken Feldern, in welchen der Draht bereits magnetisch gesättigt ist, kann man eine kleine Abnahme von J beobachten; es zeigt sich also auch hier der Villari-Effekt. Die Kurven der Fig. 6 sollen den Einfluß dieser sogenannten elastischen Nachwirkung zeigen. Kurve 1 ist die Magnetisierungslinie eines vorher belasteten, aber erst entmagnetisierten und erschütterten Drahtes, Kurve 2 die Magnetisierungslinie, für den Fall, daß gleich nach Aufhören der Belastung der Draht magnetisiert worden ist. Beim Versuche, dessen Ergebnisse durch die Kurve 3 dargestellt sind, wurden von den 10 kg, mit welchen der Draht vor der Magnetisierung vorübergehend belastet wurde, 7 kg abgenommen. Es soll nur noch bemerkt werden, daß die durch eine vorangehende Belastung bewirkten Strukturänderungen im Material hinter den Änderungen der sie bewirkenden Kraft zurückbleiben, d. h. wir haben es auch hier mit einer Hysteresiserscheinung zu tun.

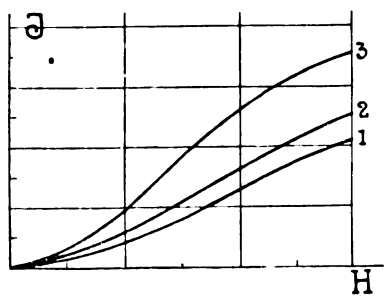


Fig. 6.

Eine andere als Folge elastischer Nachwirkungen zu bezeichnende Erscheinung kann man an Eisenblechen beobachten, die ein anderes magnetisches Verhalten zeigen, wenn das magnetische Feld parallel zur Walzrichtung als wenn es senkrecht darauf ver-

Digitized by Google

läuft. Stern[1]) hat eine große Blechtafel in kleine Streifen zerschnitten und sie im Ewingschen Eisenprüfapparat untersucht. Die aus dem Inneren der Blechtafel herausgeschnittenen Proben zeigten im allgemeinen eine um 4 bis 5% kleinere Hysteresis als die Proben vom Rand des Bleches, was Stern der schnelleren Abkühlung der Ränder zuschreibt. Jene Blechstücke ferner, welche senkrecht zur Walzrichtung aus der Tafel herausgeschnitten waren, ergaben eine um 5 bis 6% größere Hysteresis als die in Richtung des Walzens herausgeschnittenen Blechstücke. Die größten Hysteresisverluste haben die senkrecht zur Walzrichtung an den Rändern der Blechtafel entnommenen, die geringsten die in der Walzrichtung aus dem Inneren der Blechtafel herausgeschnittenen Probestücke gezeigt. Gumlich und Vollhardt[2]) haben auch die Induktion und Permeabilität solcher 33 cm langer und 7 cm breiter Blechstreifen gemessen, die parallel und senkrecht zur Walzrichtung einer Blechtafel entnommen wurden. Die maximale Induktion war bei beiden Proben die gleiche; hingegen erwies sich das senkrecht zur Walzrichtung herausgeschnittene Material als magnetisch härter, die Koerzitivkraft war um 30% größer als bei den parallel zur Walzrichtung entnommenen Proben. Am klarsten zeigt sich der Unterschied an den Permeabilitätskurven der Fig. 7; die maximale Permeabilität der erstgenannten Probebleche ist um 40% kleiner als die der letztgenannten. Weitere Untersuchungen, welche die Ab-

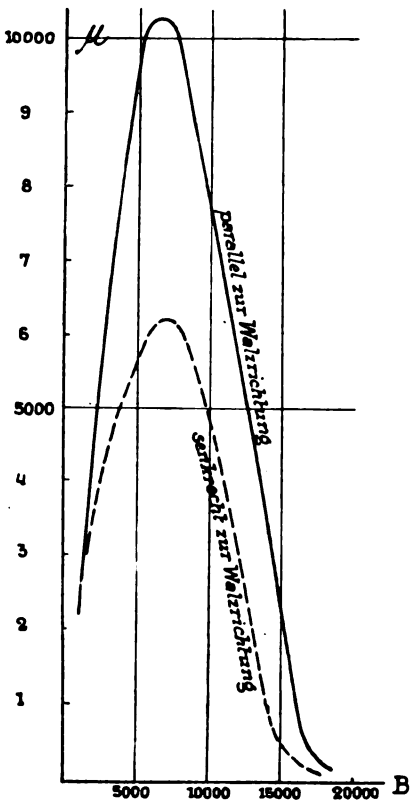


Fig. 7.

[1]) E. T. Z. 1901, Seite 432.
[2]) E. T. Z. 1908, Seite 38.

Digitized by Google

hängigkeit der magnetischen Eigenschaften des Eisens von der Bearbeitung erweisen sollten, ergaben, daß das Abdrehen eines Eisenstabes auf die für magnetische Messungen günstigste Ellipsoidform keinen merklichen Einfluß auf die magnetischen Eigenschaften derselben nimmt. Hingegen zeigen sich große Veränderungen im magnetischen Verhalten von Eisenblechen nach dem Ausstanzen oder Ausschneiden derselben mit der Parallelschere, einer Säge oder einem stichelartigen Reißer. Diese vorhergehende Bearbeitung hat, nicht zu starke Felder vorausgesetzt, starke magnetische Härtung, also hohe Koerzitivkraft zur Folge.

Im allgemeinen fand Ewing, daß die Einflüsse zyklischer Belastung und Entlastung auf die Magnetisierung beim ausgeglühten Eisen bedeutend geringer sind als beim gehärteten. Wird ein ausgeglühter Draht schwach belastet, so kann man eine schwache Zunahme der magnetischen Intensität beobachten, bei starker Belastung hingegen eine Abnahme.

Es wurde bereits oben darauf hingewiesen, daß die Verschiedenheiten in dem magnetischen Verhalten eines Stabes, wenn er allmählich stärker belastet wird, gegenüber seinem magnetischen Zustand im unbelasteten Zustand, verschwinden, wenn wir während des Versuches den Stab fortwährend mechanischen Erschütterungen aussetzen. Ewing konnte auch nachweisen, daß die Hysteresis eines Eisendrahtes sehr stark vermindert werden kann, wenn man ihn während der Dauer des Magnetisierens lebhaft erschüttert. Im allgemeinen kann man sagen, daß mechanische Erschütterungen des untersuchten Materiales den Widerstand der einzelnen Teilchen gegen die Annahme eines neuen Zustandes, des magnetischen oder unmagnetischen, überwinden hilft; ferner, daß Erschütterungen die Nachwirkungen vorheriger mechanischer oder thermischer Einflüsse beseitigen und somit den Magnetismus des Körpers demjenigen Wert näher bringen, welcher der auf den Körper wirkenden magnetisierenden Kraft entspricht.

Mechanische Stöße erhöhen den Magnetismus von Eisenstäben bei schwachen magnetisierenden Kräften und noch mehr den von Nickelstäben; hingegen wird der remanente Magnetismus, insbesonders von weichem Eisen, stark herabgesetzt, wenn nach Aufhören der magnetisierenden Kraft das Material einer Reihe von Stößen ausgesetzt wird. Im übrigen wirkt das plötzliche

Digitized by Google

Verschwinden der magnetisierenden Kraft ähnlich wie ein mechanischer Stoß.[1])

Bisher haben wir den Einfluß von Zug- und Druckbeanspruchungen auf den temporären Magnetismus der drei ferromagnetischen Metalle besprochen. Wenn wir aber durch Unterbrechung des Magnetisierungsstromes die magnetisierende Kraft zum Verschwinden bringen, so bleibt ein gewisser Teil der Magnetisierung, der remanente Magnetismus, im Material aufrecht bestehen.

Daß auch die Remanenz durch die Beanspruchung des Materiales beeinflußt wird, beweist eine Anzahl von Versuchen.

War die vorausgegangene temporäre Magnetisierung schwach, so wird beim Eisen die Remanenz durch Zug erhöht, war sie stark, so wird der remanente Magnetismus herabgesetzt. Ein Zug übt also auf den remanenten Magnetismus denselben Einfluß aus, wie auf den induzierten; es ändert sich der Sinn der elastischen Einwirkung, wenn die magnetische Feldstärke entsprechend hoch gewählt wird.

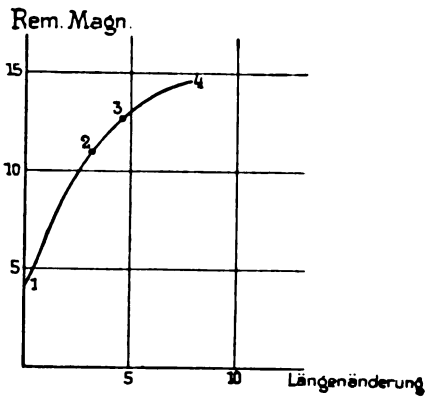


Fig. 8

Der remanente Magnetismus ist größer, wenn das Material vor der Magnetisierung durch eine Zugbeanspruchung gehärtet worden ist. Dies weist Charpy[2]) nach, indem er durch eine der Magnetisierung vorausgehende Zugbeanspruchung bleibende Längenänderungen in Stäben aus weichem Stahl (0·12% C.) hervorruft. Hierauf wurden die Stäbe magnetisiert und nach 24 Stunden der remanente Magnetismus bestimmt.

In Fig. 8 ist der Wert des remanenten Magnetismus als Ordinate, die Längenänderungen in mm für 10 cm Stablänge als Abszissen aufgetragen.

---

[1]) Fromme, magnetische Untersuchung. Wied. Ann. 1877—91.

[2]) Auszug in The Electrician, Lond., 32, Seite 268.

Digitized by Google

Es war bei

Punkt	Zugkraft in kg pro m²	Dauernde Längenänderung in mm pro je 10 cm Stablänge	Remanenter Magnetismus
1	34·2	0·2	4·0
2	34·8	2·7	11·0
3	35·5	4·7	13·5
4	41·1	6·8	14·5

Es zeigt sich also mit zunehmender Belastung ein zuerst rasches, dann langsameres Ansteigen des remanenten Magnetismus.

An Nickeldrähten, insbesonders an durch Dehnung vorher gehärteten, konnte Ewing stets eine Abnahme der Remanenz bei beanspruchten Drähten als bei unbelasteten nachweisen.

Beziehungen des Magnetismus zur Torsion.

Nebst den Einflüssen, welche Zug- und Druckbeanspruchungen auf den Magnetismus der magnetischen Metalle genommen haben, sind besonders die Erscheinungen, die beim Tordieren eines in einer Magnetisierungsspirale liegenden Drahtes oder Stabes beobachtet worden sind, für unser Problem von besonderer Wichtigkeit.

Es zeigt sich, daß die Wirkung der ersten Tordierung auf den Magnetismus des Versuchskörpers immer von der Vorgeschichte des letzteren abhängt; wird jedoch der Stab zyklisch tordiert oder detordiert, so zeigt sich beim weichen Eisen im allgemeinen, daß durch die Torsion die Induktion vermindert und durch das Detordieren vermehrt wird. Bei Stahl ist dieser Einfluß sehr schwach, bei Nickel nehmen zyklische Torsionen den umgekehrten Einfluß. Die Beziehungen zwischen der Magnetisierung und dem Torsionswinkel bei

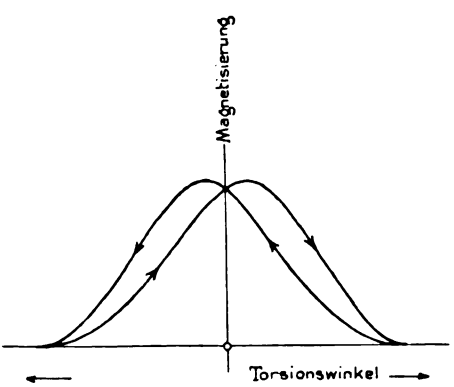


Fig. 9.

Digitized by Google

zyklischer Torsion zeigt die Fig. 9; aus der Verschiebung der Linien für den absteigenden und aufsteigenden Magnetismus erkennt man das Vorhandensein von Hysteresis zwischen dem Magnetismus und der Verdrehung des Versuchskörpers.

Besonders deutlich zeigt sich der Einfluß von Torsionen des Materiales auf sein magnetisches Verhalten, wenn man, wie es Nagaoka bei Nickeldrähten versucht hat, die Wirkungen von Torsion auf den Wert der magnetischen Hysteresis beobachtet. In Fig. 10 stellt die gestrichelte Kurve I die Hysteresisschleife eines unbeanspruchten Nickeldrahtes dar; wird der Draht um 3 Grad pro cm seiner Länge tordiert, so wird der Verlauf der Magnetisierungskurven durch die vollen Linien II dargestellt. Man erkennt an der aufsteigenden Linie der Magnetisierung drei streng geschiedene Abschnitte, einen erst sanft ansteigenden Teil bei schwachem Feld, dann ein plötzliches Wachsen der Magnetisierung und endlich wieder ein sanftes Ansteigen bei hohen Werten des magnetischen Feldes. Der Versuch zeigt ferner, daß der remanente Magnetismus um 20% durch das Tordieren gestiegen ist.

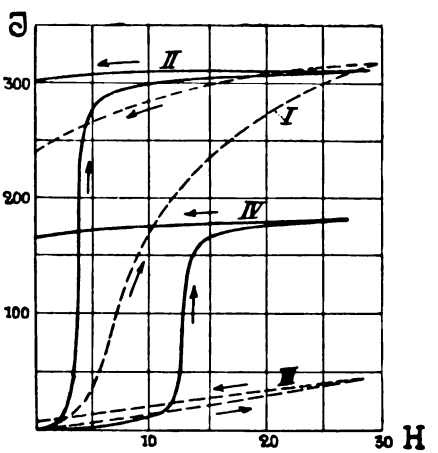


Fig. 10.

Was den permanenten oder remanenten Magnetismus anlangt, so ist der Einfluß von Torsionen nach Wiedemanns Beobachtungen ein asymmetrischer, indem nach der einen Seite hin die Torsion verstärkend, nach der anderen schwächend wirkt. Sehr kompliziert sind die Einflüsse der bis zur bleibenden Deformation des Versuchskörpers getriebenen Torsion. Hier kann nur auf die Arbeiten von Mateucci[1]) und Wertheim hingewiesen werden.

Nicht nur auf den Längsmagnetismus, sondern auch auf den sogenannten zirkularen Magnetismus in einem Draht oder Stab

[1]) Compt. rend., 1847, 1852, 1857, 1858.

Digitized by Google

aus magnetischem Material, der durch einen denselben durchfließenden Strom geweckt wird, nimmt die Torsion Einfluß. So hat Wiedemann gezeigt, daß ein stromdurchflossener Draht, wenn man ihn tordiert, der Länge nach magnetisch wird, wobei die Polarität durch die Stromrichtung und die Richtung der Verdrehung bestimmt ist. Genaue Untersuchungen darüber haben W. Thomson und Gardien[1]) angestellt. Thomson erklärt die Erscheinung durch die sogenannte magnetische Aeolotropie, einer Eigenschaft der paramagnetischen Körper, derzufolge sie bei Beanspruchung durch Scherung oder Torsion nach verschiedenen Richtungen (Achsen) verschiedene magnetische Suszeptibilität zeigen. Auch die umgekehrte Erscheinung ist beobachtet worden; wenn man einen der Länge nach magnetisierten Stab plötzlich verdreht, oder einen auf Torsion beanspruchten Draht plötzlich der Länge nach magnetisiert, so zeigt der Draht oder Stab zirkularen Magnetismus. Dieser letztere induziert eine elektromotorische Kraft im Versuchskörper; verbindet man die Enden des Drahtes demnach mit einem Galvanometer, so zeigt dasselbe einen Ausschlag, durch einen Strom (Torsionsstrom) hervorgerufen. Die Stromrichtung ist von der Polarität und der Richtung der Verdrehung abhängig; tordiert man einen Eisendraht wie eine rechtsgängige Schraube, so fließt der Strom vom Nordpol des magnetischen Drahtes zum Südpol — bei einem Nickeldraht hingegen hat der Strom die entgegengesetzte Richtung. Die genaue Untersuchung dieser Erscheinung weist auch hier ein Zurückbleiben der zirkularen Magnetisierung hinter der Torsion, also Hysteresis, nach.

Eine andere als Wiedemann-Effekt zu bezeichnende Erscheinung ist hier anzuführen. Wenn man einen vom Strom durchflossenen Draht, der also zirkular magnetisiert ist, an einem Ende festhält und ihn durch eine Spule der Länge nach magnetisiert, so wird das andere Drahtende dabei nach einer Richtung verdreht, die von der Strom- und Feldrichtung abhängig ist. Nickel verhält sich dabei gerade entgegengesetzt wie Eisen- und Nickelstahllegierungen. Eingehende Messungen darüber, durch welche die Beziehungen zwischen Torsion, Feldstärke und Stromstärke dargelegt wurden, haben Nagaoka und Honda angestellt. Einige Ergebnisse zeigen die Kurven der Fig. 11. Man hat diese Er-

[1]) Drudes Annalen, Bd. 14, S. 51, 1904.

Digitized by Google

scheinung in folgender Weise zu erklären gesucht: Durch die Übereinanderlegung der Längs- und Zirkularmagnetisierung werden die Molekülmagnete schief gestellt und der Draht schraubenförmig magnetisiert. Durch diese Drehung der Moleküle entsteht eine Verlängerung in der Schraubenrichtung und eine Verkürzung senkrecht darauf, also Torsion. Das entgegengesetzte Verhalten des Nickels soll die abweichende molekularmagnetische Struktur dieses Metalles gegenüber dem Eisen beweisen.

Es haben übrigens Größers[1]) Untersuchungen gezeigt, daß durch bloße Längsmagnetisierung eines Drahtes permanente Verdrillung in demselben auftritt, die dem Sinne nach von der

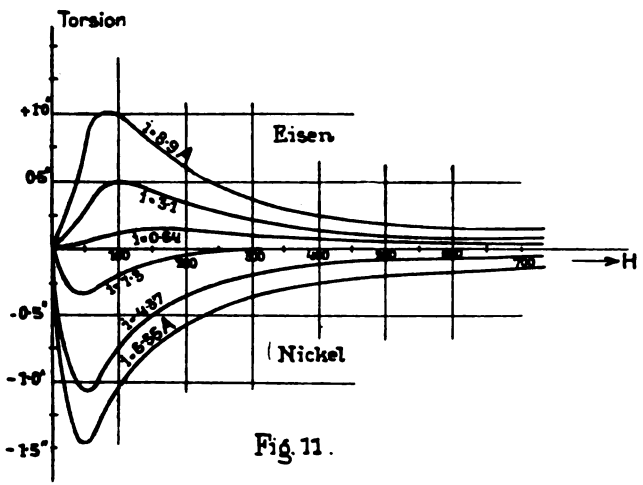


Fig. 11.

Magnetisierungsrichtung unabhängig ist und mit wachsender Feldstärke zunimmt; dazu kommt noch eine temporäre Torsion, sobald die permanente das Maximum erreicht hat; diese wächst mit der Feldstärke und ist immer für ein in Richtung des Feldes blickendes Auge nach dem Uhrzeigersinn gerichtet.

Jouausts[2]) Versuche bestätigen die Messungen von Nagaoka; er weist auch nach, daß im konstanten Feld die Torsion eines Drahtes zuerst proportional dem den Draht durchfließenden Strom wächst und einem Maximum zustrebt. Vorheriges Strecken des

[1]) Winkelmann-Auerbach, V, 320.
[2]) Ecl. électr., Paris, 1903, S. 185.

Digitized by Google

Drahtes setzt dieses Maximum herab und bewirkt, daß es erst bei einem stärkeren Feld erreicht wird.

Dieser Autor hat auch bei dieser Erscheinung Hysteresis nachgewiesen. Wenn man einmal das magnetische Längsfeld konstant hält und den den Draht durchfließenden Strom zwischen einem positiven und negativen Grenzwert variiert, so zeigt sich Hysteresis zwischen der dabei auftretenden Torsion und dem Strom. Wenn man andererseits das magnetische Längsfeld des von einem konstansten Strom durchflossenen Drahtes zwischen einem positiven und einem negativen Höchstwert ändert, so zeigt sich Hysteresis zwischen diesem Feld und der dabei auftretenden Verdrehung. Im letzteren Falle wird das Maximum der Torsion bei absteigender Magnetisierung erreicht und die beiden Äste der Hysteresiskurve schneiden sich in zwei Doppelpunkten.

In der Fig. 10 sind noch zwei Kurven dargestellt, welche das magnetische Verhalten eines Nickeldrahtes bei gleichzeitiger Beanspruchung durch Torsion und Zug veranschaulichen sollen. Wenn man den nicht tordierten Draht mit 10 kg auf Zug beansprucht, so zeigt die Hysteresisschleife die Form der Kurve III, tordiert man dabei aber den Draht, so wie beim ersten Versuch, so gibt Kurve IV das magnetische Bild, zeigt also die charakterische Trennung der aufsteigenden Magnetisierungslinie in drei Abschnitte.

Andere Versuche haben gezeigt, daß bei zyklischer Torsion eines Nickelstabes eine gleichzeitig auf ihn wirkende, immer stärker werdende Zugkraft die Wirkung hat, daß die Torsion nach der einen Seite hin den Magnetismus verstärkt, nach der anderen schwächt oder gar umkehrt. Beim Eisen wirkt die Torsion schwächend auf den Magnetismus bei gleichzeitiger Zugbeanspruchung.

Nur bei einer bestimmten Feldstärke kann man einen zugbelasteten Stab durch Torsionen stärker magnetisch machen; bei einem schwächeren oder stärkeren Feld, als dieses bestimmte, üben Torsionen nur eine nachteilige Wirkung auf den Magnetismus eines auf Zug beanspruchten Stabes aus.

Einfluß des Magnetismus auf die Elastizitäts-Konstanten der magnetischen Metalle.

Es konnte schon aus den wenigen, bisher besprochenen Erscheinungen der Schluß gezogen werden, daß der Magnetismus die Größe der Elastizitätskonstanten beeinflußt. Doch haben dies

Digitized by Google

auch direkte, darauf abzielende Versuche bestätigt, wenn auch in nicht ganz zuverlässiger Weise. Brackett will eine Zunahme des Elastizitätsmodulus um $^1/_2\%$ bei starker Magnetisierung beobachtet haben. Stevens[1]) weist eine Zunahme des Zugmodulus bei Eisen und Stahl bei wechselnder Feldstärke proportional derselben nach. Bei verschieden dicken, gleichbelasteten Drähten zeigt der dünnere Draht die größte Änderung des Modulus. Eine Änderung des Druckmodul durch die Magnetisierung war nicht nachzuweisen.

Sehr eingehend haben sich Honda, Shimizu und Kusakabe[2]) mit dieser Frage beschäftigt; sie glauben gefunden zu haben, daß alle Körper, welche bei der Magnetisierung starken Längenänderungen unterworfen sind, auch beträchtliche Änderungen des Elastizitätsmodulus aufweisen. In weichem Eisen nimmt bei Feldern bis 50 Einheiten der Modul sehr rasch zu, in stärkeren Feldern nur mehr wenig. Stellt man die Beziehungen zwischen den Änderungen des Modul (Ordinaten) und der wachsenden Feldstärke (Abscissen) dar, so erhält man eine der Magnetisierungskurve (1 der Fig. 1) ähnliche Schaulinie. Man hat sogar in sehr schwachen Feldern eine Abnahme des Modul zufolge der zuerst bemerkbaren Querkontraktion beobachtet, was besonders bei Nickel stark ausgeprägt ist und bei Stahl und Kobalt aber gar nicht zu bemerken ist.

Auch der Torsionsmodul[3]) wird durch die Magnetisierung in ähnlicher Weise beeinflußt. Mit steigender Feldstärke nimmt dieser Modulus anfangs sehr rasch, später langsamer zu und strebt einem Maximum zu. Am stärksten ist dies bei weichem Eisen und Wolframstahl ausgeprägt, weniger stark bei Kobalt. Bei Nickel wurde eine starke Abnahme des Torsionsmodulus in schwachen Feldern und erst in starken Feldern eine bedeutende Zunahme beobachtet, die um 8 bis 10% größer als beim weichen Eisen ist. Durch Ausglühen der Versuchsstücke können diese Änderungen noch bedeutender werden.

Nach Löffler ändert sich der Elastizitätsmodulus beim Magnetisieren des Körpers wie seine Permeabilität; in jenem Felde, in welchem die letztere den größten Wert erreicht, tritt auch die größte Änderung des Modulus auf; durch Belastung wird diese

[1]) Electr. World, New-York, 1899, Seite 254; 1900, Seite 335.
[2]) Phil. Mag. 1902, 459.
[3]) Phil. Mag. 1902, 538.

Digitized by Google

Änderung herabgesetzt. Honda und Terrada[1]) haben ferner nachgewiesen, daß die Reihenfolge, in welcher die Beanspruchung und das Magnetfeld auf den Körper einwirken, auf die Größe der Änderungen des Modulus Einfluß nehmen. Die Ursache für diese Erscheinung, die sich übrigens bei Nickel und Nickelstahlsorten nur bei schwachen Feldern und da nur unbedeutend zeigt, ist Hysteresis zwischen den Moduländerungen und der Magnetisierung.

Einfluß der Magnetisierung auf die Länge und das Volumen des Versuchskörpers.

Joule hat zuerst die Beobachtung gemacht, daß ein Eisendraht oder -stab unter dem Einfluß eines ihn der Länge nach magnetisierenden Feldes seine Länge ändert. In der Folge wurde diese Erscheinung in eingehendster Weise erforscht und zufolge der Schwierigkeit der Untersuchungsmethoden oft einander widersprechende Resultate erhalten. Wir können uns hier nur darauf beschränken, die Grundzüge der heute feststehenden Tatsachen zu verzeichnen, welche einen interessanten Einblick in die molekulare Struktur der magnetischen Metalle gewähren.

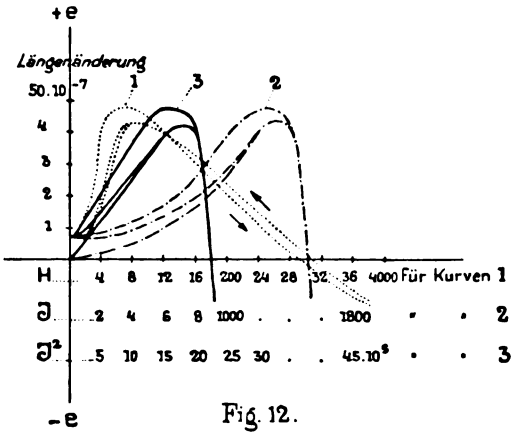


Fig. 12.

Die genauesten Versuche rühren von Nagaoka[2]) und Honda her; die wichtigsten Resultate derselben sind in den Kurven der Fig. 12 enthalten.

Die Kurvenschar 1 stellt die Längenänderungen e eines eingespannten Drahtes als Funktion der magnetisierenden Kraft H dar. Die Länge des Versuchskörpers nimmt mit wachsendem Feld bis zu einem Höchstwert rasch zu und dann wieder langsam

[1]) Phys. Zeitschr., 1905, 622.
[2]) Winkelmann-Auerbach, V., 309.

Digitized by Google

ab, so daß bei einer bestimmten Feldstärke ($H = 305$) der Draht wieder seine ursprüngliche Länge annimmt. Treibt man die Magnetisierung weiter, so zieht sich der Draht zusammen. Läßt man jetzt das Feld allmählich abnehmen, so dehnt sich der Draht langsam wieder bis zu einem Maximum aus und zieht sich wieder, bei $H = 0$, auf fast die ursprüngliche normale Länge zusammen. Der Verlauf der Kurven für steigende und fallende Feldstärke ist aber nicht der gleiche, insbesonders erreicht die Verlängerung bei abnehmendem Feld einen höheren Maximalwert als bei zunehmendem; dies ist ein Beweis für eine hysteresisartige Erscheinung. Läßt man das Feld einen halben Zyklus in der entgegengesetzten Richtung durchlaufen, so zeigen sich die gleichen Verhältnisse, welche durch die zur Ordinatenachse symmetrisch liegende Kurvenschar sich darstellen lassen. In den Kurven **2** sind Längenänderungen als Funktion der magnetischen Intensität J und in den Kurven 3 als Funktion von J^2 dargestellt. Die Kurven weisen alle den gleichen Verlauf auf, insbesonders die letzteren zeigen die schon von früheren Beobachtern behauptete Proportionalität zwischen e und J^2 für schwache Feldstärken.

Weitere Versuche, insbesonders von Honda und Shimizu[1]) haben gezeigt, daß Temperaturänderungen in den weitesten Grenzen (zwischen — 186 und + 300° C.) beim weichen Eisen gar keinen Einfluß auf die durch die Magnetisierung bewirkten Längenänderungen ausüben, soferne die Feldstärken geringe sind; in stärkeren Feldern nimmt die Längenänderung zu. Bei Temperaturen über 600° C ist jedoch die Längenänderung zufolge der Magnetisierung viel kleiner. In flüssiger Luft abgekühlt, zieht sich der stark magnetisierte Draht viel stärker zusammen, als der Magnetisierung bei normaler Temperatur entsprechen würde. Alle magnetischen Metalle zeigen die Eigenschaft, daß bei hoher Temperatur die durch die Magnetisierung bewirkte Längenänderung proportional ist der magnetisierenden Kraft, so verschieden sie sich auch diesbezüglich bei normaler Temperatur verhalten mögen. Nur Nickel macht eine Ausnahme; die sonst bei normaler Temperatur beobachtete Längenabnahme von der Magnetisierung verschwindet, wenn das Material bis auf 376° C. erwärmt wird.

Die Hysteresis zwischen der Längenänderung und dem magnetischen Feld, welche wir bei den vorigen Versuchen (Fig. 12)

[1]) Ecl. électr., Paris, 1904, 193.

Digitized by Google

erkennen, kommt noch klarer bei den Untersuchungen Rhoads[1]) an 21 cm langen Eisenblechstreifen (Verhältnis von Länge zur Breite 1 : 20) zum Ausdruck, deren Resultate in der Kurve Fig. 13 dargestellt sind. Das bemerkenswerteste sind hier die bleibende Längenzunahme im unmagnetischen Zustand nach Zurücklegung eines halben Zyklus des magnetischen Feldes und die quantitativ verschiedenen Längenzunahmen bei einem die Blechstreifen in entgegengesetzter Richtung magnetisierenden Feld. Wenn die Streifen nach dem Ausstanzen aus dem Blech ausgeglüht wurden, so waren die Längenänderungen noch bedeutender als vorher. Weiches Material zeigt also die Erscheinung in auffallenderer Weise.

Naturgemäß bleiben die Dimensionen des Versuchskörpers nicht ohne Einfluß auf das Meßresultat. Bidwell[2]) weist an 100 mm langen Eisenstäben nach, daß die Längenänderungen umgekehrt wie die Quadratwurzeln aus den Durchmessern sich verhalten. Lochner[3]) hingegen findet aus Versuchen an Stäben, die durch Abdrehen dünner gemacht werden, eine Abhängigkeit der Längenänderung von der Quadratwurzel aus dem Verhältnis von Länge zum Durchmesser des Stabes.

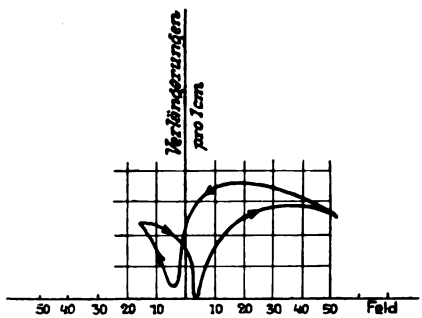


Fig. 13.

Nach Shaw und Laws[4]) tritt bei dicken Stäben (5 mm) das Maximum der Längenänderung bei viel stärkeren Feldern auf und ist selbst 6mal größer als bei dünnen Stäben (0·1 mm). Austin[5]) erhält in einem durch Wechselstrom erregten Magnetfeld eine geringe Veränderung der normalen Länge, u. zw. umso geringer, je größer die Frequenz des Wechselstromes ist.

Viel einfacher sind die Erscheinungen beim Nickel; dort tritt bei jeder Magnetisierung eine Verkürzung des Versuchskörpers auf. Beim Kobalt sind die Beziehungen zwischen Längenänderung

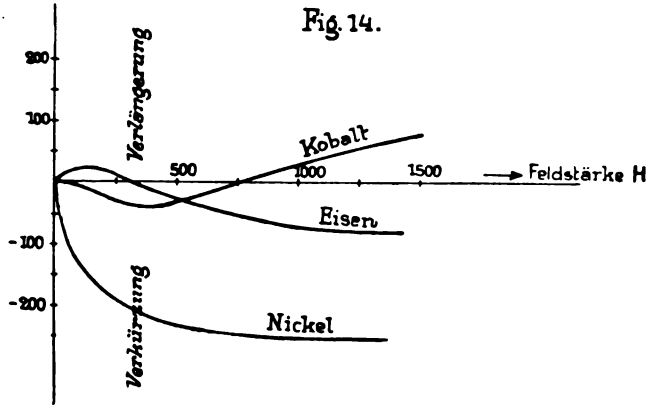
[1]) Phil. Mag., November 1901.
[2]) Electrician, London, 1894, 28. Dez.
[3]) Electrician, London, Vol. 32, Seite 143.
[4]) Electrician, London, Vol. 46, Seite 649 und Vol. 48, Seite 699.
[5]) El. World, New York, 1899, Seite 828.

Digitized by Google

und Magnetfeld die gleichen, wie beim weichen Eisen, nur hat man überall Längenabnahmen zu setzen, wo beim Eisen Zunahmen der Länge beobachtet werden. Bei allen magnetischen Metallen ist aber die Längenänderung dem Quadrat der magnetischen Intensität proportional. Ein anschauliches Bild über das Verhalten der drei Metalle zeigen die Kurven der Fig. 14. Bei Nickelstahl ist noch erwähnenswert, daß das Härten des Materiales oder vorausgehende Zugbeanspruchungen nur geringe Längenzunahmen in schwachen magnetischen Feldern zur Folge haben; beim Erreichen der Elastizitätsgrenze zieht sich Nickelstahl im magnetischen Feld zusammen.

Es sollen jetzt die Längenveränderungen an einem Versuchskörper beobachtet werden, welche durch ein ihn der Länge nach mag-

Fig. 14.



netisierendes Feld und ein gleichzeitiges zirkulares Feld auftreten, die ein den Draht durchfließender Strom hervorruft. Man weiß aus früheren Versuchen von Knott, daß die zirkulare Magnetisierung die Susceptibilität des Drahtes in Bezug auf ein Längsfeld herabsetzt. Bidwell[1]) findet, daß der Charakter der Erscheinung beim Eisen im Wesen durch einen hindurchfließenden Strom nicht geändert wird; nur wird bei beiläufig 2 Ampere Strom die maximale Längenausdehnung doppelt so groß und die Verkürzung halb so groß als bei gleicher Feldstärke im stromlosen Zustand. Ist aber der Stab vorher einer Längsmagnetisierung unterworfen worden, so bringt nach Righi ein ihn durchfließender Strom stets eine Verkürzung mit

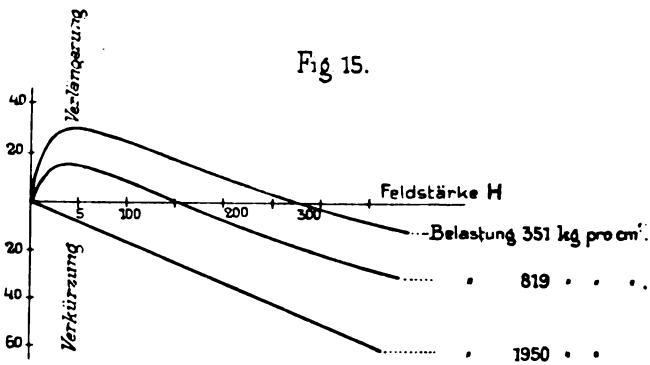
[1]) Electr. Lond., Vol. 29. 172.

Digitized by Google

sich. Bidwell hat den Einfluß von Zugbelastungen auf die durch Längsmagnetisierung verursachte Längenänderungen untersucht. Aus den Kurven der Fig. 15, welche die Beziehungen zwischen den Längenänderungen und der Feldstärke bei verschiedenen Belastungen darstellen, geht hervor, daß die Verlängerungen durch die Belastung geringer werden, und bei starken Belastungen überhaupt nur Verkürzungen des Versuchskörpers durch die Längsmagnetisierung zu beobachten sind. Bei Nickel treten die umgekehrten Erscheinungen auf, bei Kobalt kann man gar keinen Einfluß der Längsspannungen auf die Längsmagnetisierung nachweisen.

Ein den Stab oder Draht längsmagnetisierendes Feld ändert das Volumen desselben nur wenig und die Längenänderungen sind von einer fast genau halb so großen Dickenänderung begleitet. Ein-

Fig 15.



gehende Versuche über die Volumsänderungen an Röhren aus den verschiedenen magnetischen Metallen hat Knott angestellt. Er findet u. a., daß ein im unmagnetischen Zustand kreisförmiges Element im Wandquerschnitt eines Eisen- oder Stahlrohres nach der Magnetisierung in eine Ellipse von bestimmter Lage und Exzentrizität übergeht. Rohre aus Nickel haben gar keine Veränderung ihres Volumens, solche aus Kobalt im allgemeinen Volumsverminderungen beim Magnetisieren gezeigt. Die Änderungen sind aber nur ganz unbedeutend.

Beziehungen zwischen dem Magnetismus und der Wärme.

Einfluß der Temperatur auf den temporären Magnetismus der ferromagnetischen Stoffe.

Der Einfluß der Temperatur auf den temporären Magnetismus kann, da dieser auch von der magnetisierenden Kraft abhängt, in

Digitized by Google

zweifacher Weise bestimmt werden; indem man entweder bei verschiedenen, aber für die einzelnen Untersuchungen konstant gehaltenen magnetisierenden Kräften den Einfluß von Temperaturänderungen auf den Magnetismus betrachtet, oder indem man bei verschiedenen, im einzelnen Falle konstant gehaltenen Temperaturen die Magnetisierungslinie aufnimmt. Der letztere Weg ist wegen der leichten Veränderbarkeit der magnetisierenden Kräfte der bequemere.

Im allgemeinen zeigt sich, daß der einer magnetisierenden Kraft entsprechende Magnetismus mit wachsender Temperatur erst rasch, dann allmählich langsamer zunimmt, schließlich ein Maximum erreicht und hierauf bei weiterer Temperaturerhöhung rasch abfällt. Bei der Abkühlung erscheint er dann wieder, steigt, erreicht das Maximum und fällt bei weiterer Abkühlung auf den Ausgangswert herab. Als Funktion der Temperatur findet sich mithin für jede magnetisierende Kraft eine kritische Temperatur, bei welcher der Magnetismus ein Maximum erreicht; andrerseits existiert für jede Temperatur eine kritische magnetisierende Kraft unterhalb deren der Magnetismus für höhere Temperaturen größer, oberhalb derer er für höhere Temperaturen kleiner wird. Die Zunahme des Magnetismus ist eine desto beträchtlichere und der schließliche Abfall umso jäher, je kleiner die magnetisierende Kraft ist, bei welcher die Temperaturkurve aufgenommen wird

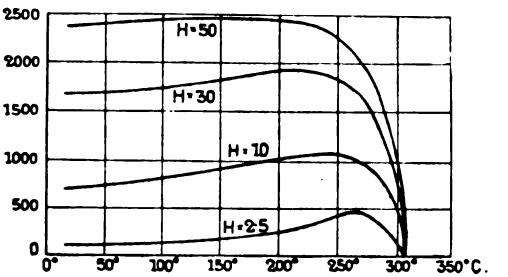


Fig. 16.

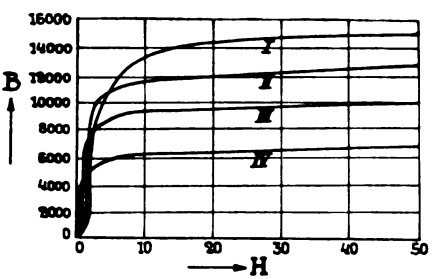


Fig. 17.

Fig. **16** stellt nach Hopkinson[1]) für Nickel die Induktion B als Funktion der Temperatur dar, und zwar für vier verschiedene

[1]) Proc. Roy. Soc. 1888.

Digitized by Google

Kräfte *H*; je größer letztere ist, desto weniger ist das der kritischen Temperatur entsprechende Maximum ausgebildet. Bei der kritischen Kraft fällt der ansteigende Zweig ganz weg. Für Eisen und Stahl fallen die Kurven ganz ähnlich aus. Fig. 17 bringt in der zweiten Darstellungsweise nach dem gleichen Autor für Schmiedeeisen die magnetische Induktion *B* als Funktion der magnetisierenden Kraft *H* für vier verschiedene Temperaturen zum Ausdruck: I für 10°, II für 670°, III für 742° und IV für 771°. Die gesteigerte Temperatur bewirkt hiernach, daß der Sättigungswert des Magnetismus geringer, und daß der Inflexionspunkt der Kurve früher erreicht wird.

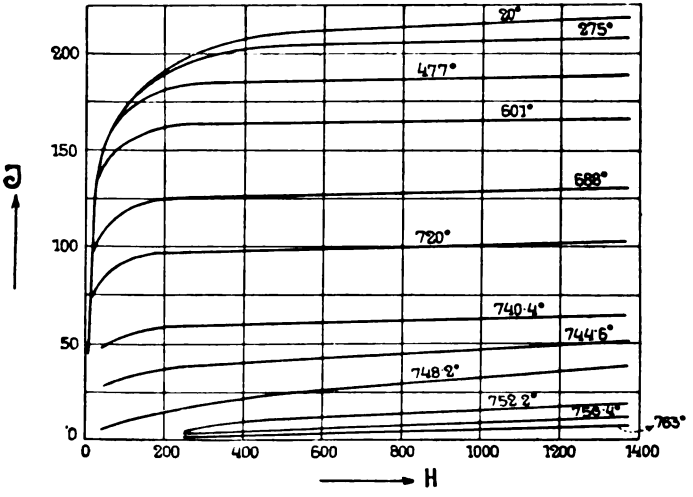


Fig. 18.

Ein umfassenderes Bild der Erscheinungen nach den beiden Darstellungsarten geben die Figuren 18 und 19, welche die Ergebnisse der Untersuchungen von Curie[1]) in Bezug auf Eisen darstellen. Fig. 18 zeigt die für verschiedene Temperaturen aufgenommenen Magnetisierungskurven, Fig. 19 die Temperaturkurven für verschiedene Feldstärken.

Wie man aus der Fig. 18 ersieht, werden die Kurven desto eher geradlinig und desto später horizontal, je höher die Temperatur ist; schließlich — oberhalb 756° — werden sie durch den Anfangspunkt gehende Gerade, d. h. das Eisen verhält sich wie ein schwach

[1]) Curie C. R. 118.

Digitized by Google

magnetischer Stoff In Fig. 19 sind die den verschiedenen Feldstärken entsprechenden Temperaturkurven nur bis 600° gezogen, von da ab, da sie hier dicht zusammenfallen, nur für $H = 25$ und $H = 1000$; bei etwa 750° nimmt der Magnetismus rasch ab. Für höhere Temperaturen ist, da hier zwischen Feld und Magnetismus nahezu Proportionalität besteht, nur noch die oberste Kurve gezeichnet; diese aber, um die Einzelheiten besser hervortreten zu lassen, in 10-, 100-, 1000- und 5000-facher Ordinaten-Vergrößerung. Da zeigt sich, daß das Eisen noch zwei weitere ausgezeichnete Temperaturpunkte besitzt, nämlich einen Inflexionspunkt bei 860° und ein ganz plötzliches Anwachsen des Magnetismus bei 1280°.

Die Höhe der kritischen Temperatur ist für verschiedene Materialien und bei demselben Stoffe für verschiedene magnetisierende

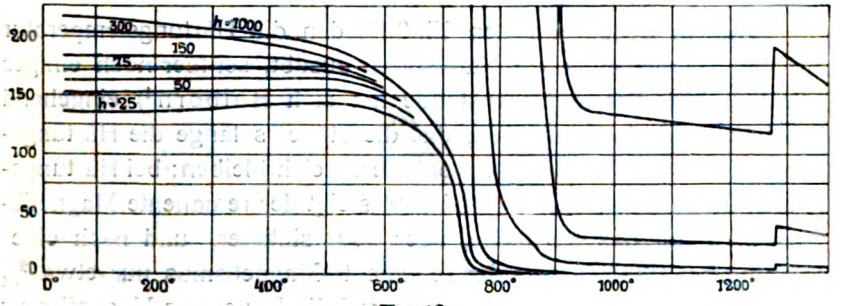


Fig. 19.

Kräfte verschieden. (Siehe Fig. 16 und 19.) Der Temperaturwert, bei welchem der Magnetismus verschwindet, ist hiervon nicht erheblich verschieden, da die Temperaturkurve nach Überschreiten der kritischen Temperatur rasch abfällt.

Nach Grane[1]) verschwindet der Magnetismus bei Eisen zwischen 735 und 810°; bei Nickel zwischen 368 und 481°, und zwar bei stärkeren Kräften später als bei schwächeren Nach Baur[2]) bedingt dabei der Wert der magnetisierenden Kraft nur kleine Verschiedenheiten. Das Wiedererscheinen des Magnetismus findet bei Eisen im allgemeinen bei sehr heller Rotglut statt, und zwar bei großen magnetisierenden Kräften bei etwas hellerer als bei kleinen.

[1]) Acta Univ. Lund 30.

[2]) Wied. Ann. 11, Seite 394, 1880.

Digitized by Google

Einfluß der Temperatur auf den remanenten Magnetismus.

Dieser Einfluß besteht in einer Verringerung des Magnetismus bei Erwärmung; bei starker Erhitzung geht er sogar ganz verloren. Dabei ist wieder zwischen erster und späterer Erwärmung zu unterscheiden, letztere ist von umkehrbarem Einfluß, erstere aber nicht. Dies gilt jedoch nur, wenn die äußerste Temperatur eine gewisse Größe nicht überschreitet Wenn das Material kräftig geglüht wird, verliert es nach wiederholten Zyklen den Magnetismus dauernd. Wiederholtes Ausglühen ist mithin ein vorzügliches Entmagnetisierungsmittel.

Zahlreiche Forscher haben sich mit der Bestimmung von Temperatur-Koeffizienten beschäftigt. Die Ergebnisse sind für die Meßtechnik von großer Bedeutung, da in den Meßinstrumenten häufig Stahlmagnete verwendet werden, können aber hier übergangen werden.

Nur in Bezug auf den Einfluß, den die Härtungstemperatur auf den Magnetismus von Stahlsorten ausübt, sei hier noch einiges erwähnt. Mit diesem Gegenstande hat sich Holborn[1]) eingehend beschäftigt. Er hat gefunden, daß die Stäbe, solange die Härtungstemperatur unter 750° liegt, unverändert weich bleiben; bei Härtungstemperaturen zwischen 750 und 850° steigt der remanente Magnetismus etwa auf das Vierfache, über 850° sinkt er, und nach einer Härtung bei 1000° beträgt der remanente Magnetismus nur etwa $^2/_3$ seines Maximalwertes. Die in Bezug auf die Dauer des Magnetismus günstigsten Härtungstemperaturen liegen zwischen 750 und 850°.

Einfluß der Temperatur auf die Hysteresis.

Der Einfluß der Temperatur auf die Hysteresis kann aus der Beeinflußung des temporären und des remanenten Magnetismus bereits gefolgert werden.

Da eine Erhöhung der Temperatur (jedoch nur bis zur kritischen) den temporären Magnetismus erhöht, den remanenten vermindert, wird die von der auf- und absteigenden Magnetisierungslinie eingeschlossene Hysteresisfläche und der ihr proportionale Energieverbrauch durch die Temperaturerhöhung im allgemeinen verkleinert werden. Die ausgeführten Untersuchungen bestätigen diese Schlußfolgerung, doch finden sinngemäße Abweichungen statt.

[1]) Ber. Verh. int. El. Kongr. Frankfurt 1892.

Digitized by Google

Kunz[1]) untersuchte mehrere Eisen-, Stahl- und eine Nickelsorte. Er fand für Eisen, daß der Energieverbrauch durch Temperatursteigerungen herabgedrückt wurde und auch nach dem Wiedererkalten nicht mehr den ursprünglichen Wert erreichte. Figur 20 zeigt die von diesem Autor bei verschiedenen Temperaturen aufgenommenen Hysteresisschleifen eines Drahtes aus Puddeleisen. Jeder Schleife ist die Temperatur und ihr Inhalt in cm^2 beigefügt. Wie man sieht, ist die Fläche der Schleife *A* (20°) am größten, *E* (744°) am kleinsten. Die Fläche der Schleife *H* ist, obwohl sie wieder der ursprünglichen Temperatur (20°) entspricht, doch wesentlich kleiner.

Verwickelter ist der Verlauf bei anderen Stoffen; bei Stahl bleibt der Hysteresisverlust bis etwa 300° konstant oder steigt

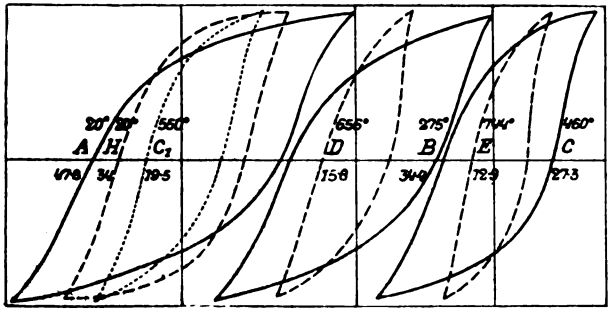


Fig. 20.

sogar etwas an, erst dann nimmt er ab, und zwar erst rasch, dann langsam.

Thissen[2]) fand, daß die Ummagnetisierungs-Verluste bei Schmiedeeisen in der Kälte am größten sind; am kleinsten sind sie für große und kleine Induktionen in der Hitze, für mittlere dagegen bei normaler Temperatur. Bei Stahl und Nickelstahl verringert sich bei großer Induktion der Verlust für immer niedrigere Temperaturen mehr und mehr, bei Stahl und geringer Induktion ist es eher umgekehrt.

Die Untersuchungen von Morris[3]) bestätigen die Ergebnisse von Kunz. Morris hat auch den Einfluß des Ausglühens auf

[1]) E. T. Z. 1894.
[2]) Phys. Review 1899.
[3]) Phil. Mag. 1897.

Digitized by Google

die Hysteresis untersucht. Figur 21 stellt graphisch den Energieverbrauch pro Cyklus und cm^3 als Funktion der Temperatur für schwedisches Eisen nach Ausglühen in Rot- und Weißglut dar.

Auch die Dauer des Ausglühens spielt hier eine wichtige Rolle, wie die Untersuchungen von Roget[1]) erweisen, der schwedisches Transformatoreisen viele Tage hindurch erhitzte und die Hysteresiswerte für Induktionen von + 4000 von Zeit zu Zeit und bei verschiedenen Temperaturen bestimmte.

Temperatur-Hysteresis.

Nimmt man bei bestimmten magnetisierenden Kräften zyklische Temperaturänderungen vor, so treten gleichfalls Hysteresiserscheinungen auf. Diese sind jedoch im allgemeinen sehr gering. Nur zwischen jenen Temperaturen, bei welchen der Magnetismus verschwindet, bezw. wieder auftritt, erreicht die Temperatur-Hysteresis höhere Werte. Dieses Temperaturintervall ist im allgemeinen nicht groß. Bei Eisen etwa 10°, bei Stahl 20 bis 30°

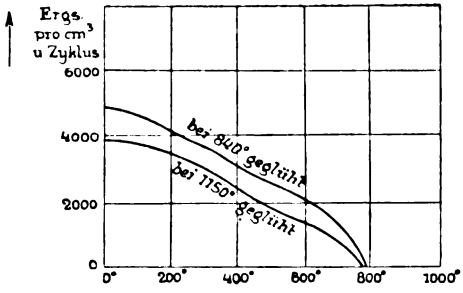


Fig. 21.

Hopkinson[2]) hat jedoch für eine Legierung von Eisen und 5% Nickel gefunden, daß der Magnetismus bei 800° verschwindet und bei der Wiederabkühlung erst bei 600 bis 650° erscheint; bei einer Legierung von 25% Nickel kehrte der bei 580° verschwundene Magnetismus bei der Wiederabkühlung überhaupt nicht mehr zurück, so daß bei diesen Legierungen die Magnetisierbarkeit ganz von ihrer Vorgeschichte abhängt.

Einfluß der Temperatur auf Legierungen des Eisens mit anderen Metallen.

Von verschiedenen Autoren sind Arbeiten über das Verhalten von Legierungen des Eisens mit anderen Metallen veröffentlicht worden.

[1]) Proc. Roy. Soc. 1898.

[2]) Proc. Roy. Soc. 1889 und 1890.

Digitized by Google

Besonders merkwürdige Eigenschaften weisen die Legierungen von Eisen mit Nickel auf. Bei diesen Legierungen ist zwischen umkehrbaren Legierungen mit mehr als 25% Nickel und nicht umkehrbaren mit weniger Nickel zu unterscheiden. Letztere gewinnen bei der Abkühlung ihren Magnetismus bei einer anderen Temperatur wieder, als bei der sie ihn verloren haben, und zwar bei einer desto höheren, je geringer der Nickelgehalt ist.

Eisen-Aluminium-Legierungen sind von Richardson[1]) untersucht worden. Er fand, daß sich diese Legierungen verhalten, als ob sie aus zwei übereinander gelagerten Medien bestünden. Ihre Permeabilität nimmt in der Nähe des kritischen Punktes bis zu einem Minimum ab, nach der Kälte hin findet sich ein Maximum vor.

Bei der stärksten Legierung liegt der kritische Punkt bei etwa 25°, das Maximum unter — 90°, bei den schwächeren bei — 90°.

Außer diesen Legierungen sind noch zahlreiche andere mehr oder weniger kompliziert zusammengesetzte untersucht worden; ihre Besprechung geht jedoch über den Rahmen dieser Übersicht hinaus.

---

[1]) Phil. Mag. 1900.

ANHANG.

Von Ing. **A. Grünhut**, Wien.

Wir haben in der vorhergehenden Zusammenstellung die große Mannigfaltigkeit der Faktoren kennen gelernt, welche die magnetischen Eigenschaften eines paramagnetischen Metalles bestimmen. Auch die elektrische Leitfähigkeit der Metalle oder ihr elektrischer Widerstand wird von einer Reihe von Umständen bestimmt; die für unsere Zwecke wesentlichsten seien in der folgenden kurzen Übersicht über die wichtigsten einschlägigen Arbeiten besprochen.

Der elektrische Widerstand selbst eines reinen Metalles hat zufolge Strukturverschiedenheiten keinen feststehenden Wert; unbedeutende Verunreinigungen oder Beimengungen der

Digitized by Google

Metalle beeinflussen die Leitungsfähigkeit sehr stark. Von den zahlreichen Untersuchungen, über welche die Literatur berichtet, seien nur die Ergebnisse angeführt, die dahin weisen, daß beim Eisen der steigende Gehalt an Kohlenstoff, Schwefel und Phosphor die elektrische Leitfähigkeit vermindert. Die Messungen von Benedicks haben gezeigt, daß äquivalente Mengen verschiedener Stoffe, in Eisen gelöst, den Leitungswiderstand um den gleichen Betrag vermehren. Dies gilt besonders von C, Si, Mn, P, Wo und Al. Im Eisen ausgeschiedener C soll jedoch kaum einen Einfluß auf den Leitungswiderstand nehmen. Legierungen von Eisen mit 5% Al und Si, wie sie in jüngster Zeit im Elektromaschinenbau zu ausgedehnter Verwendung kommen, zeigen einen stark erhöhten elektrischen Widerstand, was den Vorteil geringer Verluste durch Wirbelströme mit sich bringt.

Nebst der chemischen Zusammensetzung bestimmt die Temperatur den Leitungswiderstand der Metalle; besonders beim Eisen sind die Verhältnisse äußerst verwickelter Natur. Wird das Eisen erhitzt, so steigt der Temperaturkoeffizient des Widerstandes bis auf den Wert 0·018 bei 855° C. an; dort fällt er plötzlich auf ein Drittel seines Wertes herab. (Es ist dies jener Grenzzustand, bei dem auch der Magnetismus verschwindet.) Jeder bestimmten Temperatur entspricht nicht ein bestimmter Widerstand, der letztere hängt davon ab, ob das Eisen von höherer auf niedere Temperatur oder umgekehrt gebracht wurde. Alle diese Erscheinungen sind Beweise dafür, daß die Wärmewirkung struktuale Veränderungen im Material hervorruft. Dies geht insbesonders aus dem Verhalten der Leitfähigkeit des Stahls beim Härten und Anlassen hervor. Das Härten feinen Stahldrahtes durch Ablöschen vermehrt seinen Widerstand (nach Stouhal und Barus' Messungen ist der Widerstand von Stahldrähten umso größer, je härter sie sind), das Anlassen hebt diese Widerstandsvermehrung wieder auf. Bei weichem Material hat man eine Vergrößerung der Leitfähigkeit durch das Ausglühen nachweisen können.

Da mechanische Beanspruchungen ebenfalls Strukturänderungen des Materials mit sich bringen, so ist naturgemäß ein Einfluß derselben auf die elektrische Leitfähigkeit nachweisbar. Regelmäßige Erschütterungen vermindern den Widerstand mancher Metalle. Wird ein Metall starkem Druck ausgesetzt, so nimmt sein elektrischer Widerstand zu, aber, wie Chwolson gezeigt hat, in

Digitized by Google

stärkerem, Maße als sich durch die Gestaltsänderung erklären ließ, weil ein Teil der Widerstandsvermehrung auf Änderung der Struktur zurückzuführen ist. Eingehende Untersuchungen darüber hat Tomlinson angestellt. Wird ein Draht ausgedehnt, z. B. mit 6 kg pro cm^2, so wächst sein Widerstand ρ_b auf den Wert $\rho_b = \rho (1 + \Delta_b . 6)$, wobei ρ den spezifischen Widerstand oder Materialkoeffizienten und Δ_ρ den Dehnungskoeffizienten bedeuten, dessen Wert bei verschiedenen Metallen verschieden groß ist. (Beim Blei $17{\cdot}3 . 10^{-6}$, Eisen $2{\cdot}1 . 10^{-6}$, Al $1{\cdot}9 . 10^{-6}$.) Würde man den Eisendraht bis zur Verdoppelung seiner Länge ausdehnen können, so würde sein Widerstand den 4·2fachen Wert annehmen, obzwar der spezifische Widerstand nur auf das 2·6fache gestiegen ist.

Eine Ausnahme machen Ni und Co, diese vermindern ihren Widerstand bei temporären Dehnungen, bei Silberdrähten wird durch die Dehnung keine Strukturänderung hervorgerufen, also auch keine größere Widerstandsänderung, als die durch die Formänderung bedingte. Was von temporären Dehnungen gesagt wird, gilt auch von permanenten: nur findet man manchmal, daß nach einiger Zeit die Metalle wieder ihren ursprünglichen Widerstand annehmen.

Durch Ziehen und Aufwickeln wird der Widerstand von Eisendrähten größer, bei anderen Metallen wird er hierdurch vermindert.

Eine Dehnung senkrecht zur Stromrichtung bringt bei manchen Metallen die entgegengesetzte Wirkung auf den Leitungswiderstand hervor.

Bezüglich des Einflusses der Torsion auf die elektrische Leitfähigkeit sei eine Untersuchung von Thomson erwähnt, derzufolge in der Richtung der größten Dehnung, die durch Torsion herbeigeführt wird, der Widerstand am größten, in der Richtung der größten Kontraktion am kleinsten ist.

In letzter Zeit hat Sahulka[1]) nachgewiesen, daß das Leitungsvermögen von Eisendrähten keine merkliche Änderung erleidet, solange die Elastizitätsgrenze des Materiales nicht überschritten wird. Bis zur Belastung von 16 kg pro mm^2 hat sich der Widerstand des Drahtes nicht geändert. Wird der Draht über die Elastizitätsgrenze hinaus gedehnt und wieder entlastet, so kann eine bleibende Widerstandszunahme konstatiert werden, die sich jedoch

[1]) Elektrotechnik u. Maschinenbau, Wien 1909, Heft 33.

Digitized by Google

durch die Dimensionsänderung allein erklären läßt. Es kann demnach das Leitungsvermögen von eisernen Trägern nach Ansicht des Autors keinen Anhalt zur Kontrolle ihrer Belastung bilden.

Auf die außerordentlich umfangreiche Literatur über die Beziehungen zwischen den magnetischen und elektrischen Eigenschaften von Eisen und anderen paramagnetischen Körpern kann hier nicht näher eingegangen werden. Es sei nur darauf hingewiesen, daß die Untersuchungen Ebelings an Eisen- und Stahlstäben gezeigt haben, daß die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit ein Mittel zur Prüfung der magnetischen Homogenität ist, da beide Hand in Hand gehen.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

VII2

DER FERROMAGNETISMUS UND DAS STUDIUM DER METALLE UND LEGIERUNGEN.*)

Von Prof. **Pierre Weiss**, Zürich.

Übersetzt von Alfred Kreis, Assistent, Zürich.

Die magnetischen Eigenschaften haben im Studium der Metalle und Legierungen große Dienste geleistet, obgleich man bis jetzt, von einigen seltenen Ausnahmen abgesehen[1]), davon nur qualitativen Gebrauch gemacht hat, indem man die Temperatur des Erscheinens und Verschwindens des Magnetismus bestimmt hat. Wenn die magnetischen Messungen noch keinen größeren Umfang angenommen haben, so liegt das daran, daß man mangels einer geeigneten Theorie des Ferromagnetismus nicht allgemein erkannt hat, welche unter den Größen (wie Magnetisierungsintensität, Induktion, Suszeptibilität, Permeabilität, Koerzitivfeld, remanenter Magnetismus) und den Kurven und Zyklen wesentlich für die physikalische Chemie sind. Dann besaß man bis jetzt auch keine experimentelle Technik, welche diesem Studium besonders angepaßt ist.

Ich nehme mir vor, diese doppelte Lücke auszufüllen. Ich werde dann auch die magnetische Transformation vom Standpunkte der Phasenregel aus untersuchen und an Hand der Beispiele der Eisen-Nickel- und Kohlen-Eisen-Legierungen zeigen, welche Resultate von der quantitativen magnetischen Methode erwartet werden können.

*) Dieser Bericht ist eine Zusammenfassung eines in der Revue de Métallurgie, Band 6, 1909, erschienenen Artikels.

[1]) Kurt Lewkonja, Zeitschrift für anorg. Chemie 59, pag. 293. 1908. Mauer, Revue de Métallurgie 5, pag. 728. 1908.

Digitized by Google

Theorie des Ferromagnetismus.

Ich gebe hier nur eine gedrängte Beschreibung der kinetischen Theorie des Magnetismus, wie sie von Langevin für die paramagnetischen Körper ausgearbeitet wurde, und welche ich auf die ferromagnetischen Körper ausgedehnt habe. Ich verweise für die Beweise auf die Originalabhandlungen[1]). Langevin nimmt an, daß die Molekel eines paramagnetischen Gases ein invariables magnetisches Moment besitzen. Diese Elementarmagnete sind einem äußern Feld unterworfen, welches sie zu orientieren sucht und zugleich einer thermischen Agitation, welche fortwährend die Wirkung des Feldes zu zerstören bestrebt ist. Unter diesen Bedingungen hängt die Intensität der Magnetisierung oder kurz die Magnetisierung (d. h. das resultierende Moment der Elementarmagnete pro cm^3) zugleich vom Felde und der thermischen Agitation, d. h. der Temperatur, ab. Sie hat ein Maximum (entsprechend der vollständigen Parallelstellung der Elementarmagnete), welches einerseits erreicht wird durch ein unendlich starkes Feld bei jeder Temperatur, andrerseits für irgend ein Feld bei der Temperatur des absoluten Nullpunktes, wo keine thermische Agitation mehr besteht.

Dieses Maximum werden wir als die absolute Sättigung I_0 bezeichnen. Für alle wirklich erreichbaren Felder wächst die Magnetisierung proportional mit dem Felde. Nur bei bedeutend größeren Feldern machen sich die Abweichung von der Proporzionalität der Magnetisierung und bei noch viel stärkern Feldern die Annäherung an die Sättigung fühlbar.

Die kinetische Theorie von Langevin ist für den Paramagnetismus dasselbe, was die kinetische Theorie von Daniel Bernoulli für die Kompressibilität der vollkommenen Gase ist. Van der Waals hat diese letztere Theorie auf flüssige Körper im allgemeinen ausgedehnt, indem er eine Hypothese aufstellte über die gegenseitige Wirkung der Gasmolekel aufeinander, die bis dahin als von einander unabhängig betrachtet wurden. Diese Hypothese findet ihren Ausdruck in dem innern Druck, welcher, zu dem äußeren hinzugefügt, unter Anwendung der Gasgesetze die große Dichte der Flüssigkeiten erklärt. Auf ganz anologe Weise habe ich ein molekulares Feld eingeführt, welches zusammen mit

[1]) Langevin, Ann. Chim. Phys. 8. Band 5, pag. 70, 1905. Pierre Weiss, J. de Phys. 4. Band 6, pag. 661. 1907 u. Phys. Zeitschr., Band 9, pag. 358, 1908.

Digitized by Google

dem äußeren magnetischen Felde nach den Gesetzen des Paramagnetismus die starke Magnetisierung der ferromagnetischen Körper erklärt.

Diese Hypothese erlaubt, die verschiedenen ferromagnetischen Erscheinungen der Rechnung zu unterziehen. Sie führt zu folgendem: Unterhalb einer gewissen Temperatur entspricht der stabile Zustand eines ohne äußeres Feld sich selbst überlassenen Systems nicht einer Magnetisierung Null, wie es auf den ersten Blick scheinen möchte, sondern im Gegenteile einem bestimmten endlichen Werte I der Magnetisierung, welcher eine Funktion der Temperatur ist.

Es tritt an uns die Forderung, uns mit einer selbständigen Magnetisierung vertraut zu machen, obschon das Experiment uns nur eine Magnetisierung kennen lernt, welche die Folge der Anwendung eines gegenwärtig oder früher herrschenden Feldes ist. Dieses Resultat sollte uns nicht überraschen, denn auf ganz analoge Weise kann eine Flüssigkeit mit ihrer großen Dichte unter einem äußern Druck Null bestehen, d. h. unter dem innern Druck allein. Es bleibt uns also nur noch nachzusehen, warum in einem Stück Eisen oder Stahl im neutralen Zustand diese Magnetisierung unseren Sinnen entgeht. In dem Gesagten ist nichts enthalten, was die Richtung bestimmt, in der sich die selbständige Magnetisierung bilden soll. Dem Zufall überlassen wird sie in einem nicht allzukleinen Teil der Materie alle möglichen Richtungen annehmen, so daß derselbe durch Kompensation neutral erscheint. Der Zufall besteht im einzelnen in der Wirkung der ungeordneten Kristallstruktur der technischen Materialien. Kurz gesagt: Die Theorie bietet ohne Schwierigkeiten die Erklärung der ferromagnetischen Eigenschaften eines isolierten Kristalls und gestattet die Synthese der Eigenschaften der scheinbar isotropen Materialien. Man erkennt jetzt, daß das äußere Feld die Magnetisierung nicht erzeugt, sondern nur dieselbe der Beobachtung zugänglich macht. Man wird in der Tat die selbständige Magnetisierung in ihrer wahren Größe nur beobachten können, wenn man sie exact parallel gemacht hat in der ganzen Ausdehnung der Substanz. Dazu ist ein sehr intensives Feld nötig. Die selbständige Magnetisierung ist also gleich der Sättigungsintensität bei der betreffenden Temperatur.

Es sind die zu den verschiedenen Temperaturen zugeordneten Sättigungsintensitäten, von denen wir hier sprechen, nicht zu ver-

Digitized by Google

wechseln mit der absoluten Sättigung von Langevin. Diese Ausdrücke bezeichnen nur beim absoluten Nullpunkt dasselbe.

Die selbständige Magnetisierung I nimmt ab, wenn bei steigender Temperatur die thermische Agitation zunimmt, und endlich fällt sie bei einer gewissen absoluten Temperatur ϑ sehr rasch auf Null. Dieses Gesetz der thermischen Varition ist dargestellt in Fig. 1.

Die in dieser Figur markierten Punkte sind die Resultate von Untersuchungen, die ich an Magnetit gemacht habe. Die Theorie verifiziert sich also exact für diese Substanz. Für die Metalle hat das experimentelle Gesetz denselben allgemeinen Charakter wie das theoretische. Das experimentelle Studium der Sättigung in Funktion mit der Temperatur wird die zweite Annäherung geben, sowie das exakte Studium der Kompressibilität der Flüssigkeiten zur Verbesserung der van der Waalsschen Gleichungen geführt hat. Um die physikalische Bedeutung der magnetischen Größen zu ersehen, genügt die gegenwärtige Theorie. In den Anwendungen, von denen wir später reden werden, wird man sich an die experimentellen Kurven eines jeden Körpers anlehnen müssen.

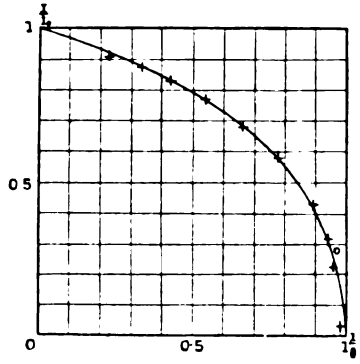


Fig. 1.

Es besteht mithin keine wesentliche Differenz zwischen einem magnetisierten und einem magnetisierbaren Körper. Sowohl der eine, wie der andere ist bis zur Sättigung magnetisiert, nur ist im erstern die Magnetisierung geordnet, im letztern dagegen bildet sie ein wirres Durcheinander.

Über der Temperatur ϑ des Verlustes des selbständigen Ferromagnetismus können die Molekularmagnete noch aufeinander wirken, aber ihr Feld genügt nicht mehr, um allein von sich aus die Magnetisierung zu erzeugen.

Es dient nur noch zur Unterstützung eines äußeren Feldes. Dies ist die β-Region des unselbständigen Ferromagnetismus. In dem γ-Eisen von Osmond und in dem δ-Eisen von Ball haben die Molekularmagnete keine gegenseitige Wirkung mehr. Diese Zustände sind paramagnetischer Art. Die hier kurz zusammengefaßte Interpretation stützt sich auf experimentelle Bestätigungen.

Digitized by Google

Die soeben gedrängt dargestellte Theorie erlaubt uns anzugeben, welche Eigenschaften eines ferromagnetischen Körpers wirklich spezifisch sind. In der α-Region ist der Körper charakterisiert durch das Gesetz der Variation des selbständigen Magnetismus in Funktion der Temperatur. In der β-Region benutzt die Theorie eine einzige Zahl, die Curiesche Konstante. Die remanenten Erscheinungen sind bis jetzt noch nicht mit der Theorie in Zusammenhang gebracht. Aber aus experimentellen Untersuchungen des Pyrrhotinkristalls ergibt sich, daß sie sich alle vollständig durch eine einzige andere Konstante ausdrücken lassen, nämlich das Koerzitivfeld. Die Kurve und die zwei Konstanten umfassen die ganze Beschreibung eines ferromagnetischen Körpers.

So haben wir nicht mehr die ungeheuer verwickelte Mannigfaltigkeit der Kurven und Magnetisierungszyklen der Elektriker mit ihrer Abhängigkeit von der Temperatur. Das kommt daher, daß die letzteren neben den wesentlichen Eigenschaften noch die Einflüsse der kristallinischen Struktur, der Lücken, der nicht magnetischen Beimengungen und der Spannungszustände mitenthalten, alles Dinge, die für die Physik der Stoffe sekundärer Natur sind.

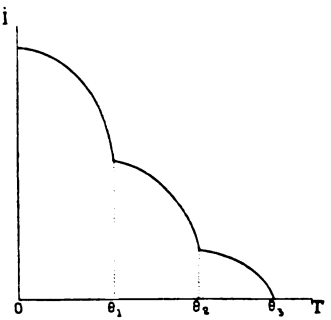


Fig. 2.

Vom praktischen Standpunkt des Studiums der Metalle und Legierungen aus bestehen die charakteristischen, wirklich brauchbaren Größen aus zwei Klassen: Aus denjenigen, welche sich ebensogut an einem Gemisch von mehreren Phasen, als auch an einem Körper von nur einer Phase bestimmen lassen, und aus denjenigen, welche sich additiv verhalten. Die Temperatur des Verschwindens des Ferromagnetismus gehört zum ersten Fall. Die experimentelle Kurve der Variation der Magnetisierung einer aus drei ferromagnetischen Phasen zusammengesetzten Substanz mit der Temperatur wird den Anblick von Fig. 2 haben. Die Temperaturen θ_1, θ_2, θ_3 des Verlustes des Ferromagnetismus der verschiedenen Phasen lassen sich ohne weiters aus dieser Kurve ablesen, dank der vertikalen Tangente, welche die Punkte charakterisiert.

Was die Magnetisierung selbst anbetrifft, so verhält sich diese einleuchtendermaßen additiv bei jeder Temperatur für die

Digitized by Google

drei Phasen, welche die Legierung zusammensetzen. Wenn die Natur der drei Phasen gegeben ist durch θ_1, θ_2, θ_3, so genügt es, drei Ordinaten der Kurve zu messen, um daraus die Zusammensetzung der Legierung abzuleiten, vorausgesetzt, daß man die magnetischen Eigenschaften jeder Phase für sich kennt.

Die Curiesche Konstante, welche bei der Substanz oberhalb der Temperatur auftritt, ist etwas schwieriger zu bestimmen. Es lohnt sich gegenwärtig noch nicht, sie in die Reihe der praktich brauchbaren Charaktere einzureihen. Was das Koerzitivfeld anbetrifft, so entbehrt dasselbe jeder einfacheren Interpretation bei den Mischungen. Es ist einfach das Feld, bei dem sich die entgegengesetzten Magnetisierungen der verschiedenen Teile kompensieren.[1])

Experimentelle Technik.

Die Technik, welche ich ausgearbeitet habe, um mit einem Minimum von Schwierigkeit und mit einer großen Präzision die Abhängigkeit der Sättigungsintensität von der Temperatur zu finden, beruht auf folgender Eigenschaft:

Wenn man ein längliches Rotationsellipsoid der Substanz schief in ein magnetisches Feld bringt, welches stark genug ist, die Sättigung hervorzubringen, so wirkt dieses Feld auf das Ellipsoid mit einem Kräftepaar, welches vom Winkel, den die große Achse mit der Feldrichtung einschließt, abhängt. Für einen bestimmten Winkel besitzt dieses Drehmoment ein Maximum Cm, welches, bis auf eine Instrumentalkonstante A, gleich dem Quadrate der Sättigungsintensität ist:

$$Cm = A \cdot I^2$$

Es genügt also, das Ellipsoid an einer Torsionsfeder aufzuhängen, um die relativen Werte von I^2 aus der Ablenkung desselben zu bestimmen. Es ist weder nötig, die Richtung noch den genauen Wert des Feldes zu kennen. Es genügt, dasselbe so weit variieren zu können, wie nötig, um sich zu überzeugen, daß die Sättigung wirklich erreicht ist.

Dieser Versuch erfordert außerdem die Erzeugung der nötigen hohen Temperaturen innerhalb des disponiblen kleinen Raumes zwischen den Polschuhen des Elektromagneten.

[1]) Das will nicht heißen, daß davon nicht ein gewisser Gebrauch gemacht werden könnte. Siehe Mauer, Revue de Métallurgie, loc. cit.

Digitized by Google

Vorläufige Versuche haben mir gezeigt, daß der elektrische Ofen, gebildet aus einer Platinspirale mit vertikaler Axe, eingebettet in Kaolin, oben geschlossen und ziemlich ähnlich demjenigen, den Curie für seine klassischen Untersuchungen benützte, keine genügend gleichmäßige Temperaturverteilung liefert. Bei einem Ofen von 7 cm Länge und 13 mm äußerem Durchmesser habe ich gefunden, daß in der gleichförmigsten Region eine Variation von 50° innerhalb eines Intervalles von 2 cm auftrat bei einer Temperatur um 500°. Wie ich dann die Platinbewicklung, passend isoliert auf einen Kupfermantel von etwa 1 mm Dicke aufgesetzt habe, so habe ich bemerkt, daß die Temperaturschwankungen innerhalb des gleichen Raumes auf 1° gesunken waren. Die Oxydation des Kupfers beschränkt die Anwendung dieses Ofens bis auf zirka 600°. Mit einem Silbermantel kann man 900° erreichen, mit einem solchen aus Platin 1400°. In den ersten beiden Öfen war das Platinband von $0{\cdot}3 \times 0{\cdot}8$ mm, welches die bifilare Bewicklung bildete, von dem Metallzylinder durch Glimmer isoliert und mit Kaolin überdeckt. In dem letzten Ofen bestehen der Heizwiderstand und Mantel aus Platin, die Isolierung ganz aus Kaolin. Die Konstruktion ist hier ein wenig schwieriger zu bewerkstelligen; aber wenn sie einmal besteht, kann der Apparat zu zahlreichen Versuchen dienen.

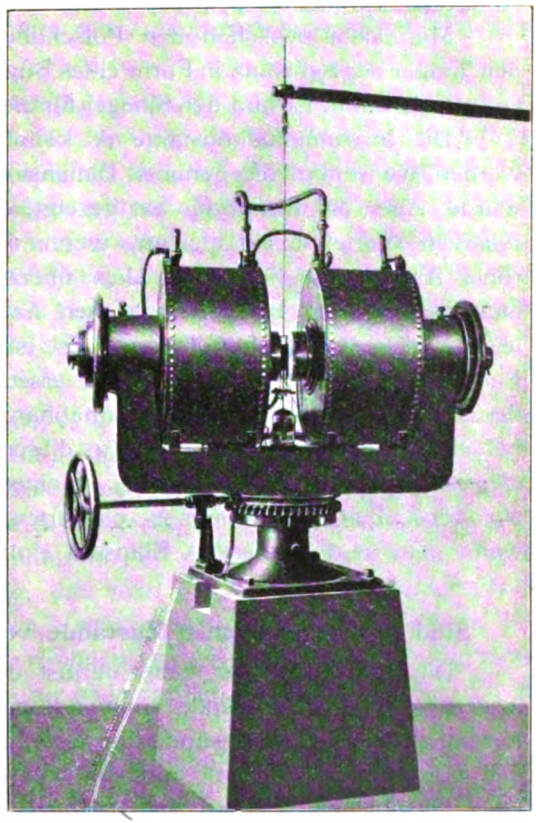


Fig. 3.

Digitized by Google

Die Temperatur wird gemessen mittelst eines Thermoelementes aus Platinrhodium von 0·3 mm, das mittelst Kapillarröhrchen aus Quarzglas isoliert ist, und dessen Lötstelle sich unmittelbar in der Nähe der Substanz befindet. Seine elektromotorische Kraft wird mittelst eines Kompensationsapparates gemessen.

Fig. 3 (s. S. 7) zeigt den drehbaren starken Magneten[1]), der zu diesen Versuchen gedient hat.

Man sieht zwischen den Polschuhen den elektrischen Ofen, den Träger der Substanz in Form eines Bügels, der an einer Torsionsfeder aufgehängt ist und den Spiegel für die Ablesung der Ablenkung.

Die Instrumentalkonstante A könnte zum voraus berechnet werden, wenn man die genauen Dimensionen des Ellipsoids kennen würde. Aber die Erfahrung hat gezeigt, daß die Resultate in ihren relativen Werten exakt bleiben, wenn wir ein Ellipsoid von nur roher Annäherung benutzen. Man überzeugt sich übrigens leicht, daß ein Ellipsoid mit drei ungleichen Achsen die gleichen Dienste leistet, wie ein Rotationsellipsoid. Es ist deshalb vorteilhaft, die Berechnung der Konstanten A zu ersetzen durch eine Aichung des Apparates vermittelst einer unabhängigen absoluten Messung bei gewöhnlicher Temperatur. Zu diesem Zwecke habe ich die elektrische Menge gemessen, die in einem exakt konstruierten, in der Achse des Elektromagnets placierten Solenoid induziert wird, wenn man in dasselbe das Ellipsoid einführt.

Sind die magnetischen Zustände verschiedene Phasen?

Die Materie erleidet beim Verlust der Magnetisierbarkeit unbestreitbar eine tiefgreifende Umwandlung. Aber ist diese Transformation eine Zustandsänderung analog dem Schmelzen oder der Verdampfung? Dann müßten während der Transformation zwei verschiedene Phasen im Gleichgewicht sein. In dem Falle, wo die Zusammensetzung der beiden Phasen dieselbe ist, d. h. im speziellen Falle der reinen Metalle, muß der Übergang von einer Phase zur anderen sich bei einer bestimmten Temperatur vollziehen, unter Absorption einer Wärmemenge, die proportional der transformierten Menge der Materie ist. Wir haben mithin die Frage zu stellen: Sind die beiden Zustände α und β zwei verschiedene Phasen?

[1]) J. de Phys. 4. Siehe VI. p. 453. 1907.

Digitized by Google

Dies nimmt man im allgemeinen seit den Arbeiten von Osmond mehr oder weniger stillschweigend an, in welch letzteren die $\alpha\ \beta$ und $\beta\ \gamma$ Transformation des Eisens sich in den Abkühlungskurven durch Wärmeentbindung kundgeben analog der Zustandsänderung des Erstarrens.

Tammann sagt noch neulich[1]): „daß ganz allgemein der Verlust der Magnetisierbarkeit an die Umwandlung der magnetisierbaren in eine heteromorphe, nicht magnetisierbare Kristallart gebunden ist."

H. Le Châtelier[2]) denkt gegenteilig, „daß man es mit einer ganz anderen Erscheinung zu tun hat, als mit den gewöhnlichen Umwandlungen. Letztere machen sich im allgemeinen zugleich an allen Eigenschaften der Körper geltend. Dagegen hat man bis jetzt bei der magnetischen Transformation weder auf die Dilatation, noch die elektrische Leitfähigkeit, noch die Thermoelektrizität des Eisens einen Einfluß finden können. . . . . Eine andere, mehr ins Gewicht fallende Schwierigkeit besteht darin, daß diese Transformation eine allmähliche ist."

Gestützt auf gründliche kristallographische Untersuchungen haben Osmond und Cartaud gedacht[3]), daß das α-Eisen und β-Eisen isomorph seien. Diese Annahme verneint die Existenz der verschiedenen Phasen α und β. Aber sie ist nicht annehmbar, wenn man den Ausdruck „isomorph" in seinem gewöhnlichen Sinne beibehält. Es wäre nötig, daß man bei der gleichen Temperatur Gemische in verschiedenen Verhältnissen des α- und β-Eisens erhalten könnte, was der Reversibilität der Abhängigkeit der Sättigungsintensität von der Temperatur widerspricht, die ich für reines Eisen genau erfüllt vorgefunden habe.

In ihren neueren Veröffentlichungen[4]) kommen die Genannten auf die Meinung zurück, daß „die drei verschiedenen allotropen Varietäten des Eisens, obgleich im regulären System kristallisierend, wohl ausgeprägte spezifische Charaktere besitzen und nicht die gleiche innere Struktur haben können."

---

[1]) Tammann, „Zeitschr f. phys. Chem.", LXV., 79, 1908.

[2]) „Revue de Metallurgie", I., p. 213, 1904.

[3]) Osmond, Ann. des Mines, XVII., 110, 1900.
Osmond u. Cartaud, ibid., XVIII., 113, 1900.

[4]) Osmond et Cartaud. J. of the Iron and Steel Institute, p. 486; 1906 und C. R. CXLII., 1531, 1906.

Digitized by Google

Wenn man indessen diese Charaktere prüft, kann man nicht umhin zu bemerken, daß die Unterschiede zwischen dem α-Eisen und dem β-Eisen darin bestehen, daß man beim letzteren einige Eigenschaften des α-Eisens nicht beobachtet hat, währenddem alle beobachteten Eigenschaften dieselben sind. Diese Bemerkung zeigt in Verbindung mit der Aussage von Osmond und Cartaud über Nickel: „Zwischen den beiden Zuständen dieses Metalls haben wir keine kristallographischen Verschiedenheiten gefunden" — daß keine Tatsache der kristallographischen Identität der beiden Zustände α und β desselben ferromagnetischen Körpers entgegensteht.[1])

Die Theorie des Ferromagnetismus gibt in keinerlei Weise Veranlassung, zwei Phasen α und β zu unterscheiden. Es besteht im Ferromagnetismus Analogie, aber nicht Identität mit der Kompressibilität der Flüssigkeiten. Übrigens wird uns gerade der Vergleich dieser zwei Arten von Erscheinungen mehr Klarheit verschaffen.

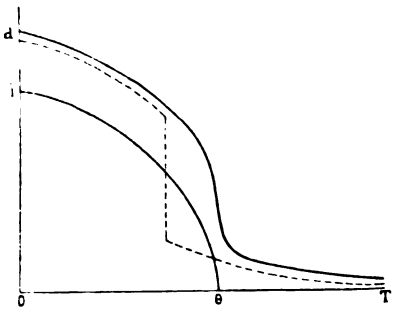


Fig. 4.

Die Erscheinung, deren Gesetzmäßigkeit mit derjenigen der Änderung des Ferromagnetismus mit der Temperatur am meisten Ähnlichkeit besitzt, ist die thermische Variation der Dichte unter dem kritischen Druck. Die beiden Erscheinungen sind in Fig. 4 dargestellt. Ihre verwandte Natur liegt auf der Hand. Dagegen ist der Unterschied mit der punktierten Kurve sehr augenscheinlich, die den Verlauf der Dichte einer Flüssigkeit bei einem Drucke unterhalb des kritischen Druckes darstellt, mit dem für die Verflüssigung charakteristischen geradlinigen Teil. Wenn man Flüssigkeiten nur oberhalb des kritischen Druckes kennen würde, so hätte man keine Veranlassung, zwei Phasen zu unterscheiden.

Anders gesagt, unterhalb des kritischen Druckes gibt die van der Waalsche Gleichung für den gleichen Druck und die gleiche

[1]) Ich benütze diese Gelegenheit, um die Aufmerksamkeit auf die magnetischen Messungen an Eisenkristallen zu richten. Ich habe dieses Studium begonnen mit schönen Kristallen, die ich Herrn Osmond verdanke, und ich wende mich an die Liebenswürdigkeit der Personen, welche weitere Exemplare zur Verfügung stellen könnten, die das Studium mit Erfolg fortzusetzen gestatten.

Digitized by Google

Temperatur zwei verschiedene Werte der Dichte, welche stabilen Zuständen entsprechen. Dagegen gibt die Theorie des Ferromagnetismus immer nur einen stabilen Wert der Magnetisierung für ein bestimmtes Wertesystem der Temperatur und des Feldes.

Da also die beiden Zustände α und β nicht verschiedene Phasen darstellen, so ist es passend, in den Diagrammen den Ort der Temperatur θ nicht auf dieselbe Art zu zeichnen, wie die Schmelzkurven oder die Kurven der eigentlichen Zustandsänderungen, längs deren zwei Phasen in Berührung sind.

Was die Transformation $\beta\gamma$ anbetrifft, so ist es bis auf weiteres nicht angezeigt, deren allotrope Natur anzuzweifeln. Die noch wenig bekannte Transformation $\gamma\,\delta$ ist bis zur Gegenwart nicht in die Diagramme eingeführt worden.

Natur der thermischen Erscheinung, welche die Transformation $\alpha\,\beta$ begleitet.

Da die falsche Analogie zwischen der Transformation $\alpha\,\beta$ und einer Zustandsänderung sich auf Grund der auf den ersten Blick so ähnlichen Art, welche bei den beiden Erscheinungen in den Abkühlungskurven sich vorfindet, herangebildet hat, so ist es von Interesse, die Natur der thermischen Erscheinung bei dem Verlust des Ferromagnetismus näher zu präzisieren. Die gegenseitige Energie der Elementarmagnete pro Volumeneinheit ist:

$$E = -\tfrac{1}{2} Hm\, I$$

wo Hm das molekulare Feld und I die selbständige Magnetisierung bedeutet.

Man muß demgemäß der spezifischen Wärme, die die nichtmagnetische Substanz besitzen würde, ein magnetisches Glied hinzufügen:

$$Cm = \frac{D}{I} \cdot \frac{\delta E}{\delta t},$$

wo D die Dichte, I das Äquivalent bedeutet. Dieses Glied kann durch rein magnetische Messungen bestimmt werden. Bei niedrigen Temperaturen ist es sehr klein, dann wächst es rasch in der Nähe der Temperatur θ und fällt dann plötzlich auf Null herab bei der Temperatur θ selbst. Die thermische Erscheinung besteht demnach n einer Entmagnetisierungswärme, die innerhalb des ganzen Inter-

Digitized by Google

valles vom absoluten Nullpunkt bis θ verbraucht wird, verbunden mit einer Diskontinuität der wahren spezifischen Wärme bei dieser Temperatur. In der folgenden Tabelle gebe ich die magnetisch und kalorimetrisch bestimmten Diskontinuitäten $\overset{\theta}{Cm}$ und Temperaturen θ wieder:

Eisen

Magnetisch	Kalorimetrisch
$\overset{\theta}{Cm} = 0{\cdot}136$	$\overset{\theta}{Cm} = 0{\cdot}112$
$\theta = 753^0 + 273^0$	$\theta = 758^0 + 273^0$

Nickel

$\overset{\theta}{Cm} = 0{\cdot}025$	$\overset{\theta}{Cm} = 0{\cdot}027$
$\theta = 376^0 + 273^0$	$\theta = 376^0 + 273^0$

Magnetit

$\overset{\theta}{Cm} = 0{\cdot}048$	$\overset{\theta}{Cm} = 0{\cdot}050$
$\theta = 588^0 + 273^0$	$\theta = 580^0 + 273^0$

Diese Übereinstimmung bestätigt die Theorie in bemerkenswerter Weise.

Anwendungen.

Legierungen von Eisen und Nickel. Man kann die Eigenschaften der Eisen-Nickel-Legierungen auf folgende Weise in ein Schema bringen (Fig. 5). Die Transformation $\beta\gamma$ des reinen Eisens ist reversibel, Punkt A. Das Hinzufügen von Nickel bewirkt, daß die Temperatur der Transformation sich erniedrigt und die Erscheinung nicht umkehrbar wird, indem sich dieselbe bei höherer Temperatur für die Erhitzung als für die Abkühlung zeigt. Die Linie *A B* dieser Transformation bei der Abkühlung und die Linie *A C* bei der Erwärmung teilen die Ebene

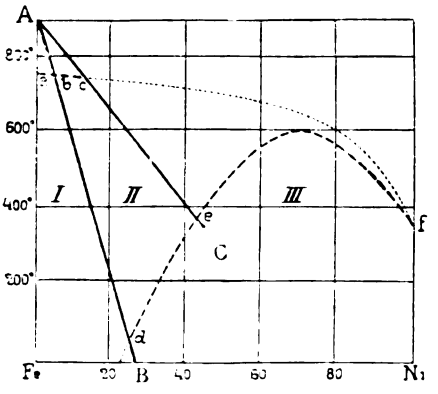


Fig. 5.

Digitized by Google

in drei Teile: Die Region I, in welcher die Materie nur im ($\alpha\,\beta$) Zustand sich befindet, die Region, wo sie nur im γ-Zustande existiert, und die Region II, wo sie sich in beiden Zuständen befinden kann. Dieses binäre System bietet demnach zu gleicher Zeit ein Beispiel für die feste Lösung eines ferromagnetischen Metalls in einem paramagnetischen (Ni in γ-Eisen) und eines ferromagnetischen Metalls in einem anderen ferromagnetischen (Ni in ($\alpha\,\beta$) Eisen). Die Löslichkeiten scheinen nur durch die Grenzen *A C* und *A B* der Existenz der zwei Zustände des Eisens begrenzt zu sein.

Jedes dieser Systeme von Mischkristallen ist ferromagnetisch. Man kann also sowohl für das eine wie für das andere den Ort der Temperatur θ zeichnen: *a b c f* für das erste und *d e f* für das zweite. Die Linie *d e f* ist durch das Studium der reversiblen Ferronickel wohlbekannt. Der Teil *a b c* der Linie *a b c f*, welcher allein zugänglich ist, wurde nur mit Hilfe der weniger genauen thermischen Methode beobachtet.

Die quantitative Beobachtung des Magnetismus wird die oben erwähnten Gesichtspunkte einer wirksamen experimentellen Kontrolle unterziehen, indem sie die Verschiedenheit der Erscheinungen, welche durch *a c* und *c e* und die Ecke bei *c* der experimentellen Linie *a c e* des Verlustes der Magnetisierung gekennzeichnet sind, aufzufinden hat.

Wenn, wie Guertler und Tammann[1]) vermutet haben, eine Verbindung Ni_2Fe existiert, was bis jetzt noch zweifelhaft ist, so wird sich dieselbe in denselben quantitativen Messungen bemerkbar machen. Übrigens stimmt diese Theorie sehr mit der Ansicht von Guillaume überein, welcher alle Anomalien und namentlich die der Dilatation dem Eisen zuschiebt.

Legierungen von Kohle und Eisen. Das Diagramm von Roozeboom umfaßt eine große Anzahl von ferromagnetischen Substanzen, unter welchen allein der Ferrit studiert wurde. Die magnetischen Eigenschaften des Cementit Fe_3C sind fast unbekannt. Noch mehr gilt dies für den Martensit, welcher eine feste Lösung von Kohle in ($\alpha\,\beta$) Eisen ist. Der Austenit, welcher eine feste Lösung von Kohle in γ-Eisen darstellt, äußert sich in einem Fehlen an der Gesamtmagnetisierung.

[1]) Guertler und Tammann, „Zeitschr. f. anorg. Chem.“, 45, 205.

Digitized by Google

Endlich werden die beiden anderen Formen von Osmond, der Sorbit und Troostit, deren Natur noch in Dunkel gehüllt ist, trotz der sehr spezifischen Eigenschaften, wohl exakter interpretiert werden können mit Hilfe der Ergebnisse der quantitativen magnetischen Messungen.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

VII3

METHODE ZUR BESTIMMUNG ELASTISCHER UND KRITISCHER MATERIALSPANNUNGEN MIT HILFE THERMISCH-ELEKTRISCHER MESSUNGEN.

Von E. Rasch, Groß-Lichterfelde.

---

§ 1. Aufgabe. Das Verfahren, über das ich in Kürze zu berichten habe, ist im Königlichen Materialprüfungsamte zu Berlin-Groß-Lichterfelde im Verlaufe der letzten Jahre ausgearbeitet und vom Herrn Geheimen Oberregierungsrat Professor Dr. Ing. A. Martens der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften[1]) in der Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse vom 20. Februar 1908 vorgelegt worden.

Bei der Verwendung auf Festigkeit beanspruchter Materialien ist die Kenntnis gewisser Grenzspannungen p_k erforderlich, mit deren Überschreitung die unelastischen, bleibenden Formänderungen die Sicherheit gefährdende Werte annehmen.

Physikalisch sind die Grenzbeanspruchungen, die gemeinhin als Elastizitäts-, Proportionalitäts- oder Streckgrenze bezeichnet werden, nicht eindeutig definiert.

Zwar könnte man versucht sein die Festsetzung zu treffen, daß als Elastizitätsgrenze diejenige spezifische Höchstbelastung p zu gelten habe, bei der die bleibenden Längenänderungen β den Wert Null soeben überschreiten. Innerhalb dieser Grenze würde sodann der betrachtete Körper durch beliebige Wechselkräfte ausschließlich rein elastische Formänderungen erleiden und im Sinne der Thermodynamik vollkommen umkehrbare, geschlossene Kreisprozesse durchlaufen.

---

[1]) E. Rasch, Bestimmung der kritischen Spannungen in festen Körpern. Sitzungsberichte der Akad. d. Wissensch. 1908, X, S. 210—220.

Digitized by Google

Gegen diese Begriffsbestimmung muß man einwenden, daß der Punkt, bei dem $\beta \geq 0$ wird, sich mit der Verfeinerung des jeweils angewendeten Meßverfahrens verschiebt.

Die nicht umkehrbaren Formänderungen β nehmen ferner bei einer großen Anzahl von Materialien mit steigenden Beanspruchungen p stetig und gesetzmäßig zu, und demgemäß treten auch die Gesamtdehnungen aus der Hookeschen Geraden $p = \varepsilon E$ nur langsam und zögernd heraus. In allen diesen Fällen ist eine bestimmte Aussage über die Lage der Elastizitätsgrenze ohne Willkür nicht möglich.

Um diesen Unsicherheiten angesichts der einschneidenden wirtschaftlichen Bedeutung der Elastizitätsgrenze zu entgehen, schreiben wohl auch Abnahmebehörden vor, daß die Überschreitung einer bestimmten, jedoch rein wilkürlich gewählten, bleibenden Dehnung von $0{,}2\%$ als Kennzeichen der sogenannten „praktischen Elastizitätsgrenze", der Streckgrenze, dienen solle.

Die Messung elastischer Formänderungen erfolgt zur Zeit in der technischen Physik zumeist wohl mit Hülfe Martens'scher Spiegelapparate[1]), die eine Dehnung von $^1/_{100000}$ cm in der Schätzungseinheit noch zu messen gestatten und deren Handhabung bequem genannt werden muß. Immerhin setzt die Aufnahme der vollständigen Dehnungskurve einen versuchstechnisch geschulten Beobachter voraus.

Aufgabe war es, eine Methode zur Bestimmung der kritischen Grenzspannung (p_k) anzugeben, die in bezug auf Einfachheit und Schnelligkeit des Meßverfahrens den Bedürfnissen der technischen Praxis entsprechen könne, die nicht immer über geschulte Beobachter verfügt.

Solchen Ansprüchen ist die elektrische Bestimmung der Temperaturänderungen gerecht geworden, welche die Formänderungen einer durch äußere Kräfte beanspruchten Probe begleiten.

§ 2. Thermodynamische Grundlagen der Methode.

Die Wärmeänderungen, die der gedehnte Zugstab erleidet, sind von Lord Kelvin (Sir W. Thomson) und Clausius durch die allgemein gültigen Beziehungen der mechanischen Wärmetheorie[2]) – allerdings nur für rein elastische Formänderungen — klargestellt

[1]) Siehe A. Martens Handbuch der Materialienkunde. S. 477 ff.

[2]) Mechanische Wärmetheorie. Braunschweig 1887, Bd. 1, S. 196 ff.

Digitized by Google

worden, auf die hier verwiesen werden kann. Joule[1]) (1859), Edlund (1865), Haga (1882), Wachsmuth u. a. haben die strenge Gültigkeit der thermodynamischen Beziehungen durch den Versuch bestätigt. Unter anderem ist das mechanische Äquivalent der Wärme seitens Edlund aus den Temperaturänderungen elastisch gedehnter Stäbe, seitens Hirn[2]) aus den Wärmeänderungen gestauchter Bleizylinder bestimmt worden.

Kurz gesagt, liegen die Dinge thermodynamisch (beim Zugversuch), wie folgt:

Erleidet ein elastisch gedehnter Metallstab (Länge L = 1, Querschnitt F = 1) unter Einwirkung einer Zugkraft p bei der absoluten Temperatur T eine rein elastische Dehnung, so kühlt er sich um

$$-\Delta T = \frac{T\alpha}{m\varkappa}\Delta p$$

Grad ab, wenn α die Wärmeausdehungszahl, $\varkappa$ die in mechanischem Arbeitsmaß ausgedrückte spezifische Wärme des Materials, m dessen Dichte bedeutet.

Bis zur Herstellung wahren Gleichgewichtes nimmt der Versuchsstab dabei eine Wärmemenge (ΔQ) auf, die er der wärmeren Umgebung entzieht.

Umgekehrt erwärmt er sich bei der Entlastung und gibt durch Strahlung und Leitung Wärme an seine Umgebung ab.

Es handelt sich somit um einen umkehrbaren Carnotschen Kreisprozeß.

Wird die spannende Kraft p jedoch stetig gesteigert, so treten zu den elastischen Dehnungen nach und nach bleibende Formänderungen.

Der auf innere Reibung (molekulare Umlagerungen) entfallende Teil der äußeren Arbeit hat nun in jedem Falle eine Erwärmung im Gefolge. Es läßt sich an Hand der Thermodynamik zeigen und ist bei näherer Betrachtung einleuchtend, daß das Gleichgewicht zwischen den äußeren und inneren Kräften dann überschritten wird, wenn die Reibungsarbeit (d. h. Erwärmung) die elastische Formänderungsarbeit (d. h. Abkühlung) überwiegt.

[1]) Phil. Trans. 1859.

[2]) Theorie mécanique de la chaleur. Paris 1876.

Digitized by Google

Dieser kritische Punkt im Verlaufe des Zugversuches ist somit dadurch festgelegt, daß $\frac{\Delta T}{\Delta \lambda} \geq 0$, und $\frac{\Delta T}{\Delta P} > 0$ wird.

Von diesem Punkte an gibt der Zugstab bei steigender Krafteinwirkung fortlaufend Wärme an die Umgebung ab.

Darf man bei einem hinreichend langen Stabe den Einfluß der Einspannstellen vernachlässigen, so ist die in der Zeiteinheit (t) abfließende Wärmemenge $-\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ nichts anderes als die Strahlung Φ des Stabes. Wie das Stefan-Boltzmann-Plancksche Gesetz erweist, ist die Strahlung $\Phi = a\,(T^4 - T_0^4)$ eine universelle Funktion der absoluten Temperatur T der strahlenden Oberfläche und der Umgebungstemperatur T_0.

Weiter ist zu beachten, daß für die Temperaturänderungen und somit auch für den Verlauf der Dehnungskurve die spezifische Wärme c des Materials wesentlich bestimmend ist. Dem Dulong-Petitschen Satze gemäß ist jedoch für alle Metalle das Produkt aus dem Atomgewicht M und der spezifischen Wärme c ein Festwert (in Wärmemaß $cM = 6{\cdot}38 = \text{const}$). Hierdurch wird wahrscheinlich gemacht, daß es eine thermodynamische Zustandsgleichung gibt, welche die Festigkeitseigenschaften aller Metalle zum molekularen Aufbau und den Wärmeeigenschaften derselben in Beziehung setzt und ferner daß diese allgemeine Gleichung einen verhältnismäßig einfachen Bau besitzen muß.

§ 3. Versuchsmethode. Mißt man durch geeignete Vorkehrungen die Temperatur des Probestabes während des Versuches, so wird die kritische Spannung p_k (Streckgrenze, Elastizitätsgrenze, Proportionalitätsgrenze) an der Umkehr der Temperaturanzeige kenntlich. Vorbedingung ist es naturgemäß, daß die Temperaturanzeige nicht hinter der Kraftanzeige nachschleppt. Für praktische Zwecke scheiden daher kalorimetrische Messungen, wie sie während der Bearbeitung des vorliegenden Gegenstandes von H. Hort veröffentlicht worden sind, wohl aus.

Als einfach und sicher hat sich die Temperaturanzeige durch Thermoelemente erwiesen, deren Lötstelle in sehr verschiedener Weise an dem Versuchskörper angeordnet werden konnte, ohne daß die Meßsicherheit merklich beeinflußt wurde. Zur Anwendung kamen Silberkonstanten-, Kupferkonstanten- oder Eisenkonstanten-

Digitized by Google

Elemente, die aus Drähten von etwa 0·5 mm Durchmeser und etwa 1 m Länge durch Weichlötung oder Silberlötung gebildet wurden.

Es erwies sich keineswegs als notwendig, die Lötstelle mit dem Probestab durch metallische Lötung zu verbinden; vielmehr ist es hinreichend, die Lötstelle der Drähte mit einem umgeschlungenen Gummiband oder drgl. gegen den Stab zu pressen.

Die Kaltlötstellen der Thermodrähte, die mit den beiden, zum Galvanometer führenden Leitungsdrähten durch Klemmen verbunden wurden, befanden sich zumeist in einem gemeinsamen Ölgefäß.

Für die Temperaturanzeige genügen Galvanometer, die eine Empfindlichkeit von 1.10^{-8} Ampère, kleine Schwingungsdauer und nicht zu großen Widerstand besitzen. Für die Untersuchung rascher verlaufender Formänderungen hat sich ein kleines Saitengalvanometer von Edelmann gut bewährt. Das schwingende System desselben besteht aus einem Goldfaden von etwa 87 Ohm Widerstand und 0·0085 mm Durchmesser, der unter dem elektrodynamischen Einfluß des ihn durchfließenden Thermostromes einerseits und eines zur Mikrometerskala gerichteten elektromagnetischen Kraftfeldes andererseits parallel zur Skalenebene ausweicht. Die Beobachtung erfolgt durch ein auf den Goldfaden eingestelltes, am Galvanometer angeordnetes Mikroskop.

Für praktische Zwecke gestaltet sich die Beobachtung bequemer durch ein Spiegelgalvanometer mit objektiver Skalenanzeige (Lichtzeiger).

Zur Anwendung kam u. a. ein Edelmannsches Drehspulen-Wand-Galvanometer, dessen Rahmenwiderstand 4·7 Ohm betrug. Für dessen erschütterungsfreie Aufhängung an einer ruhigen Wand ist naturgemäß Sorge zu tragen.

Wichtig ist es, den Stab und die Lötstellen während des Versuches vor Luftströmungen zu schützen. Beim Anbringen von Thermodrähten in der vorhin angegebenen Weise läßt sich deren Berührung bezw. Erwärmung nicht gut vermeiden. Man muß daher mit dem Beginn des Versuches so lange warten, bis das Galvanometer zur Ruhe gekommen ist.

Digitized by Google

Für praktische Zwecke wurde daher eine besondere Thermosäule[1]) nach Fig. 1 vorgesehen. Dieselbe besteht aus einem Hartgummikästchen, das durch eine Spannklemme mit der Stirnseite gegen die Staboberfläche gepreßt wird. Die Stirnseite wird durch eine Weichgummiplatte gebildet, die in der Mitte einen schmalen Längsschlitz aufweist. Innerhalb dieses Schlitzes sind neun hintereinander geschaltete Lötstellen so angeordnet, daß sie mit der Staboberfläche nicht in Berührung kommen, da andernfalls die Lötstellen durch den Stab kurz geschlossen sind. Die Kaltlötstellen

Fig. 1.

stehen mit den an der rückwärtigen Schmalseite angeordneten Klemmpfosten in Verbindung, an welche die Galvanometerleitung G angeschlossen wird.

§ 4. Versuche. Es genüge, an dieser Stelle den allgemeinen Verlauf der zahlreichen Versuche durch die Schaulinien Fig. 2 zu veranschaulichen.

[1]) Die an letzter Stelle beschriebene Versuchseinrichtung wurde durch das physikalisch-mechanische Institut des Herrn Prof. Dr. **Edelmann-München** gestellt, wofür zu danken ich an dieser Stelle nicht verfehle.

Digitized by Google

Dieselben beziehen sich auf einen Messingstab, der bei Linie a sich im ausgeglühten Zustand befand.

Der Kraftanzeiger der Pohlmeyer-Maschine ließ Anzeichen des Streckens nicht erkennen. Die Galvanometeranzeige ϑ (Linie a) zeigt jedoch die Streckgrenze als scharf ausgeprägtes Minimum bei $P = 3610$ kg ($\sigma = 1150$ kg/cm^2) an.

Die weiteren Schaulinien (b, c, d, e, f) zeigen in gleicher Weise die durch Vorbelastung jeweils erhöhte Streckgrenze durch scharfe Umkehrpunkte an.

Bei Gußeisen trat eine Umkehr erst im Augenblicke des Bruches ein.

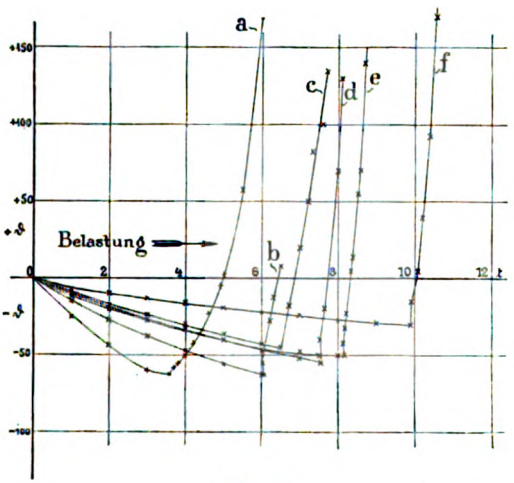


Fig. 2.

Bemerkt mag sein, daß die thermo-elektrische Methode u. a. sich bei Ermittlung der Spannungsverteilung und der Lage der neutralen Faser bei Biegeversuchen mit Trägern bewährt hat. Hierbei kamen Thermodrähte in Anwendung, deren Lötstellen in verschiedenen Höhenlagen des Trägerquerschnittes angeordnet wurden. Die gezogenen Fasern liefern bei Belastung Abkühlungen ($-\vartheta$), die auf Druck beanspruchten Erwärmungen ($+\vartheta$), die ohne weiteres ein Bild der Spannungsverteilung liefern und die Lage der neutralen Faser ($\vartheta = +0$) erkennen lassen. Beiläufig zeigten diese Biegeversuche mit Breitflanschträgern (Höhe $h = 30$ cm), daß bei kleinen Stützweiten die neutrale Faser außerordentlich stark nach der Zugseite hin (bis auf $e = {}^1/_4\, h$) verschoben wird.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

VIII 1

UNTER-AUSSCHUSS 1a FÜR AUFSTELLUNG VON INTERNATIONALEN LIEFERBEDINGUNGEN FÜR EISEN UND STAHL.

Mitteilung vom Obmann der Kommission I Dr. Ing. **A. v. Rieppel**, Nürnberg.

Übersicht.

1. Vorgeschichte.

Der Ausschuß 1 hat die Aufgabe, „auf Grund der bestehenden Lieferbedingungen Mittel und Wege zu suchen zur Einführung internationaler Vorschriften für Prüfung und Abnahme von Eisen- und Stahlmaterial aller Art".

Die Zusammensetzung des Ausschusses 1 und die Ergebnisse seiner bisherigen Arbeiten sind aus dem Bericht 1 für den Brüsseler Kongreß 1906 ersichtlich. Die Arbeiten kamen darnach sehr langsam vorwärts, weil in den meisten Ländern sowohl einheitliche nationale Liefervorschriften für Eisen- und Stahlmaterial fehlten, wie geeignete Körperschaften (Materialprüfungs-Verbände), welche für eine Vereinheitlichung der vorhandenen Vorschriften sorgen könnten. Diese Vorbedingungen waren nur für die drei Haupterzeugungsländer von Eisen und Stahl: Deutschland, England und die Vereinigten Staaten von Nordamerika einigermaßen erfüllt. Es wurde daher auf dem Brüsseler Kongreß 1906 die Bildung eines Unterausschusses 1a aus Vertretern der genannten drei

Digitized by Google

Länder beschlossen, welche die Aufstellung internationaler Lieferbedingungen auf Grund der deutschen, englischen und amerikanischen Normalbedingungen versuchen sollten. Die Zusammensetzung des Ausschusses machte Schwierigkeiten, so daß er erst Anfang 1909 vollzählig war.

2. Aufgabe.

Der Unterausschuß 1a soll versuchen, auf Grund der von den nationalen Prüfungs-Verbänden anerkannten Liefervorschriften Deutschlands, Englands und der Vereinigten Staaten von Nordamerika (siehe unter 4) einheitliche internationale Lieferbedingungen aufzustellen für Lieferungen nach Ländern, welche selbst keine eigene nennenswerte Eisenerzeugung besitzen.

3. Mitglieder.

Obmann: A. v. Rieppel, Obmann des Ausschusses 1.

Vertreter Deutschlands:

Professor R. Stribeck in Firma Fried. Krupp, Essen-Ruhr.

Direktor Vehling, Aachener Hüttenverein, Rote Erde bei Aachen.

(Vorgeschlagen vom Vereine deutscher Eisenhüttenleute.)

Vertreter Englands:

F. W. Harbord, 16 Victoria Str., London S. W.

F. E. Robertson, M. Inst. C. E., London S. W. 8, Great, George Street.

(Vorgeschlagen von den englischen Mitgliedern des internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik.)

Vertreter der Vereinigten Staaten von Nordamerika:

W. R. Webster, Zivilingenieur, 411—413 Walnut Street, Philadelphia, Penna.

W. Wood, Cast Iron Pipe Manufacturer, R. D. Wood Comp., 400 Chestnut Str., Philadelphia, Penna.

(Vorgeschlagen von der American Society for Testing Materials.)

Digitized by Google

4. Unterlagen.

a) deutsche Lieferbedingungen, anerkannt vom Deutschen Verband für die Materialprüfungen der Technik:

1. Entwürfe für einheitliche Vorschriften für Oberbaueisen,
2. „ „ „ „ „ Bauwerkeisen,
3. „ „ „ „ „ Schiffbaueisen,
4. „ „ „ „ „ Walzrohre,
5. „ „ „ „ „ Draht,
6. „ „ „ „ „ Gußeisen (ausgenommen Gußröhren, über welche der deutsche Verband 1908 noch nicht endgiltig beschlossen hat.)

b) englische Lieferbedingungen, veröffentlicht von dem Engineering Standards Committee, London:

1. Specification and sections for tramway rails and fishplates,
2. British standard specification for tubular tramway poles,
3. British standard specification and sections for bull headed railway rails,
4. British standard specification and sections for flat bottomed railway rails,
5. British standard specification for structural steel for shipbuilding,
6. British standard specification for structural steel for marine boilers,
7. British standard specification for telegraph material.
8. British standard specification for structural steel for bridges and general building construction.

c) amerikanische Lieferbedingungen, angenommen von der American Society for Testing Materials:

1. Standard specifications for cast iron car wheels,
2. „ „ „ gray iron castings,
3. „ „ „ structural steel for bridges and ships,
4. Standard specification for steel axles,
5. „ „ „ „ forgings,
6. „ „ „ „ castings.
7. „ „ „ foundry pig iron,
8. „ „ „ cast iron pipe and special castings

Digitized by Google

9. Standard specifications for locomotive cylinders,
10. " " " malleable castings,
11. " " " structural steel for buildings,
12. " " " open heart boiler plate and rivet steel,
13. Standard specifications for steel rails,
14. " " " steel splice bars,
15. " " " steel tires,
16. " " " wrought iron.

Digitized by Google

Bericht über die bisherige Tätigkeit des Unterausschusses 1a zur Aufstellung internationaler Lieferungsbedingnisse für Eisen und Stahl.

Der Unterausschuß erkannte es für angezeigt, zunächst zu einer Vereinbarung über die wichtigsten Punkte der Bedingnishefte zu gelangen, und zwar bezüglich

1. Material, Erzeugungsweise und Prüfungsvorschriften,
2. Materialeigenschaften, wie Zugfestigkeit, Dehnung usw.,
3. Zulässige Abweichungen von den Dimensionen und Gewichten.

Der Präsident der Kommission hatte daher eine Gegenüberstellung der Bestimmungen aus den deutschen, amerikanischen und britischen Lieferungsbedingungen für Schienen, Laschen und Bauwerkeisen verfaßt, welche den Verhandlungen des Unterausschusses zur Grundlage dienen sollten.

Der Unterausschuß ist am 1. Juli 1909 in einem Saale des Iron and Steel Institute in London zu einer Sitzung zusammengetreten.

Anwesend waren die Herren: Vehling, F. E. Robertson, F. W. Harbord und W. R. Webster.

Herr Leslie S. Robertson, der Sekretär des Engineering Standards Committees, wohnte der Sitzung in beratender Eigenschaft bei und hat bei seiner Vertrautheit mit den Bedingnissen und der vorliegenden Aufgabe den Unterausschuß durch seine Mitwirkung zu großem Danke verpflichtet.

Herr G. C. Loyd, Sekretär des Iron and Steel Institutes, hatte in liebenswürdigster Weise das Schriftführeramt übernommen.

Die Anwesenden drückten zunächst ihren Dank aus für die mühevolle Arbeit, die der Kommissionspräsident in der „Gegenüberstellung" geleistet hatte. Die Vertreter jedes der drei Länder erklärten, ihre eigenen Bedingnishefte sorgfältig prüfen und dem Präsidenten baldigst alle Änderungen bekanntgeben zu wollen, welche von seiten der maßgebenden Körperschaft ihrer Länder empfohlen werden könnten. Auch drückten sie die Hoffnung aus, daß es möglich sein werde, die vorliegende wertvolle Arbeit als einen Teil des Kommissionsberichtes, der dem Kongreß im September in Bezug auf Vereinheitlichung der Lieferungsbedingnisse vorgelegt werden soll, veröffentlichen zu lassen.

Digitized by Google

Nach einer eingehenden Diskussion wurde indessen beschlossen: Daß es nicht ratsam wäre, schon jetzt irgend eine materielle Änderung in den vorliegenden Lieferungsbedingnissen zu empfehlen, da die hüttentechnischen und walztechnischen Verhältnisse in den verschiedenen Ländern wesentlich von einander abweichen. Man hielt dafür, daß die Gewinnung des besten Materiales in jedem Land unter jenen Bedingungen gewährleistet sei, die von den betreffenden aus Ingenieuren und Fabrikanten dieses Landes bestehenden maßgebenden Körperschaften in den Lieferungsbedingnissen vereinbart worden sind.

Der Unterausschuß versuchte seine Ansichten in den beiliegenden Beschlüssen niederzulegen und die Wege anzudeuten, wie die Arbeit während der nächsten drei Jahre in Hinsicht auf die schließliche Feststellung einer internationalen Liefervorschrift für jede Materialklasse fortzuführen sei. Zu diesem Zwecke würde aber der Unterausschuß die Unterstützung der Ausschüsse in jedem der Länder benötigen, die die vorzügliche Arbeit der vorliegenden Bedingnisse geleistet haben.

Endlich beschloß der Unterausschuß, an das British Engineering Standards Committee mit der Bitte heranzutreten, es möchte seinem Sekretär, Herrn Leslie S. Robertson, gestatten, dem Kopenhagener Kongreß als Berater der britischen Vertreter beizuwohnen.

Die gefaßten Beschlüsse sind folgende:

Vorschläge des Unterausschusses 1a betreffend die Frage Internationaler Lieferungsbedingnisse für Eisen und Stahl.

Es wurde beschlossen:

1. Bei dem Umstande, daß die dem Unterausschuß zur Beratung vorgelegenen, von — aus Verbrauchern und Erzeugern zusammengesetzten — Ingenieurausschüssen verschiedener Länder verfaßten Lieferungsvorschriften eine äußerst gründliche Arbeit darstellen, ist der Unterausschuß der Ansicht, daß diese vom Deutschen Verbande für die Materialprüfung der Technik, von der American Society for Testing Materials und dem British Engineering Standards Committee für jedes Land empfohlenen Lieferungsvorschriften bei Exportaufträgen für das in dem betreffenden Lande erzeugte Material zu empfehlen seien.

2. Daß die vergleichende Zusammenstellung der Lieferungsvorschriften und die Lieferungsvorschriften jedes Landes selbst

Digitized by Google

in den Kongreßveröffentlichungen französisch, deutsch und englisch gedruckt erscheinen und daß in allen drei Fällen die Angaben in metrischem, amerikanischem und britischem System wiedergegeben sein sollen, um den Vergleich der Lieferungsvorschriften zu erleichtern. Wenn der Vorstand die Veröffentlichung dieser Lieferungsvorschriften selbst für angezeigt hält, ist die Bewilligung des „British Standards Committee" zur Veröffentlichung der britischen Bedingnisse einzuholen, und der Ausschuß hofft, daß diese Zustimmung nicht verweigert werden wird.

3. Daß Abdrücke dieser Lieferungsbedingnisse und deren vergleichende Zusammenstellung an den deutschen Verband, an die American Society for Testing Materials und an das British Standards Committee gesendet werden sollen und daß, wenn in Zukunft diese Verbände eine Revision ihrer Lieferungsvorschriften in Aussicht nehmen, sie eingeladen werden mögen, sie mit den entsprechenden Vorschriften der anderen Länder zu vergleichen und zu trachten, sie womöglich mit ihnen in Übereinstimmung zu bringen.

4. Daß der gegenwärtige Unterausschuß Ia seine Arbeiten fortsetzen möge und daß das Vorstandsmitglied jedes Landes ex officio als Obmann oder Schriftführer der in seinem Lande stattfindenden Sitzungen dieses Unterausschusses fungiere.

5. Daß der Unterausschuß beauftragt werde, einmal im Jahre eine Sitzung abzuhalten, um über die Arbeitsergebnisse der Länder zu beraten und um etwaige neue Lieferungsvorschriften vorzulegen, die von einem der Verbände für andere Materialklassen als die hier behandelten angenommen worden sind. Diese jährlichen Sitzungen sind in jenem der drei Länder abzuhalten, das dem Ausschuß hierfür am geeignetsten erscheint.

6. Der Unterausschuß empfiehlt, daß die Kommission mit den drei oben genannten Verbänden in Verbindung trete, um sie über die erzielten Fortschritte oder über gemachte Anträge auf Abänderungen zu unterrichten, die auf eine weitere Übereinstimmung der Lieferungsvorschriften hinzielen, daß sie ferner direkt oder durch die Verbände mit den Erzeugern in Verbindung treten sollen, um sie zu veranlassen, Probeaufträge auf Material unter den in den Lieferungsvorschriften anderer Länder gegebenen Bedingungen auszuführen und herauszufinden, wie weit diese Bedingungen für Exportaufträge eingeführt werden könnten.

Digitized by Google

7. Daß eine Normalmaschine für Schienenschlagproben in jedem Lande eingeführt werde, wie dies bereits in den Vereinigten Staaten geschehen ist, um die Versuche vergleichbar zu machen.

8. Daß ein Bericht dem nächsten nach 1909 abzuhaltenden Kongreß über die einzelnen internationalen Lieferungsverschriften für jede Materialklasse vorgelegt werde, selbst wenn in einigen Fällen diese teilweise in Form von Alternativvorschriften für dieselbe Materialklasse gehalten wären.

Indem der Präsident der Kommission I zugleich als Vorsitzender des Unterausschusses Ia diesen Beschlüssen des Unterausschusses zustimmt, legt er die Punkte 1, 3, 4, 6 und 7 der vorstehenden Vorschläge dem Kongresse zur Genehmigung vor.

Um die Richtlinien für das weitere Vorgehen des Verbandes auf dem Gebiet einheitlicher Lieferungsvorschriften noch näher zu kennzeichnen und die großen wirtschaftlichen Vorteile zu beleuchten, die sich in der Zukunft durch sie erzielen ließen, möchte der Berichterstatter die Aufmerksamkeit des Kongresses noch auf einige weitschauende Anregungen des H. Wm. R. Webster hinlenken, dem auch die Ausarbeitung der Vorschläge zu danken ist, die — mit wenig Änderungen — zu den vorstehenden Londoner Beschlüssen geführt haben.

Herr Wm. R. Webster weist in einem Briefe zunächst darauf hin, daß der Unterausschuß die Arbeit nur dadurch um ein Stück weiter bringen konnte, weil er es in den drei Ländern nur mit je einer Vorschrift für jede Materialklasse zu tun hatte. Er fährt fort:

„Was Amerika betrifft, so ist es dem amerikanischen Verbande nach 12jähriger Tätigkeit seines großen, aus Erzeugern und Verkäufern zu gleichen Teilen zusammengesetzten Ausschusses gelungen, einen Ausgleich der dort vorhandenen Vorschriften zu erzielen und Vorschriften aufzustellen, die der normalen amerikanischen Praxis entsprechen. Während dieser Zeit ist der amerikanische Verband von allen Interessenten als ein Clearinghouse (als die Ausgleichstelle) für Liefervorschriften betrachtet worden.

Es ist nun vor allem nötig, daß die nationalen Verbände auch in allen anderen Ländern eine solche Arbeit für sich durch-

Digitized by Google

führen. Dann kann der Internationale Verband in gleichem Sinne als Internationales Clearing-House für Liefervorschriften wirken. Wenn diese Arbeit von den Ausschüssen jedes Landes entsprechend sorgfältig durchgeführt wird, darf man hoffen, zu einer Reihe allgemeiner internationaler Vorschriften zu gelangen, die vom Verband empfohlen und von Erzeugern und Verbrauchern der ganzen Welt anerkannt werden. Die wesentlichsten Punkte dieser Vorschriften werden die gleichen sein und werden den Bezug eines guten, gleichartigen und verläßlichen Materiales verbürgen, wo immer auch die Bestellung erfolge.

In unwesentlichen Bestimmungen werden sie wohl voneinander abweichen, aber es soll den Erzeugern jedes Landes überlassen bleiben, sich an jene Bestimmungen zu halten, mit denen sie am vertrautesten sind.

Unter solchen Umständen brauchten die Besteller z. B. von Stahlschienen oder anderem Material an einem beliebigen Punkte der Erde nur mit den angebotenen Preisen und Lieferzeiten zu rechnen, in der Gewißheit, daß ihr Interesse durch die internationalen Lieferungsvorschriften völlig geschützt ist, wo immer auch sie die Bestellung vornehmen.

Es liegt also nur an dem richtigen Vorgehen für die Aufstellung einheitlicher Vorschriften, um dem internationalen Verband, sowie den nationalen Verbänden aller Länder die größten Vorteile zu sichern, und es ist daher zu wünschen, daß der Kongreß dem Bericht des Unterausschusses und dem angeregten Arbeitsprogramm seine Zustimmung erteilt."

Digitized by Google

Digitized by Google

Unter-Ausschuß Ia.

Internationale Lieferbedingungen für Eisen und Stahl.

Provisorischer Entwurf.

GUSSEISEN.

Vergleichende Zusammenstellung der Lieferbedingungen für Deutschland und die Vereinigten Staaten von Nord-Amerika auf Grund folgender Unterlagen:

1. Vorschriften für die Lieferung von Gußeisen des „Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik". Genehmigt Sept. 1908, ausgenommen für Gußrohre Nr. 40.
2. Lieferbedingungen für Röhren und Formstücke der „American Society for Testing Materials". (Standard specifications for Cast Iron Pipe and Special Castings.) Angenommen 1905.
3. Lieferbedingungen für Gießerei-Roheisen der „American Society for Testing Materials". (Standard specifications for Foundry Pig Iron.) Revidiert 1909.
4. Lieferbedingungen für Lokomotiv-Zylinder der „American Society for Testing Materials". (Standard specifications for Locomotiv-Cylinders.) Angenommen 1905.
5. Lieferbedingungen für Grau-Eisenguß der „American Society for Testing Materials". (Standard specifications for Gray Iron Castings.) Angenommen 1. Sept. 1905.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

VIII 2

ÜBER DIE EINHEITLICHE NOMENKLATUR VON EISEN UND STAHL.

Bericht der Kommission 24, vorgelegt von Prof. **Henry M. Howe**, Präsident, New-York, und Prof. **Albert Sauveur**, Schriftführer, Cambridge, Massachusetts.

Übersetzt von J. Fleischmann, Wien.

Die für die Aufstellung einer einheitlichen Nomenklatur von Eisen und Stahl eingesetzte Kommission besteht aus folgenden Mitgliedern:

Präsident: *Howe H. M.,* Metallurgist, Professor Metallurgy, Columbia University, New-York.

Vize-Präsidenten: *Lévy L.,* Ingénieur en chef des Mines, Directeur de la Cie. des Forges de Chatillon, Commentry et Neuves-Maisons, Paris.

Tschernoff D., Professeur, Conseiller d'Etat actuel, Saint Pétersbourg.

Seretär: *Sauveur Alb.,* Professor Harvard University, Cambridge, Mass.

Mitglieder:

Van Drunen James, Ingénieur, Professeur à l'Université de Bruxelles.

Tuxen H. L., V., Oberstleutnant, Kopenhagen.

Wedding H., Dr., Geheimrat, Professor, Berlin (†).

Brauns H., Kommerzienrat, Dortmund.

Martin Ed. G., The Hill, Abergavenny, South Wales.

Harbord F. W., F. J. C., Assoc. R. S. M., Consulting Metallurgist and Analytical Chemist, London.

Digitized by Google

Stead J. E., F. R. S., Laboratory and Assay Office, Middlesborough.

Le Chatelier H., Inspecteur général des Mines, Membre de l'Institut, Paris.

Pourcel A., Ing. civil des Mines, Paris.

Koning K. F., Ingénieur principal au Ministère de la Marine, La Haye.

Verole Pietro, Ing. en chef des Chemins de fer de l'Etat, Rome.

Baalsrud A., Abteilungsingenieur d. königl. norw. Wegebau-Directorats, Christiania.

Dormus A. R. v., Inspector der k. k. Nordbahn, Wien.

Sailler A., Oberingenieur a. D., Wien.

Bureau des forges, St. Pétersbourg

Belelubsky, N., Dr., Professeur ém., Directeur du Labor. méc. à l'Institut Impér. des voies de comm., St. Pétersbourg.

Jossa N., Directeur du dép. des mines, Ministère des domaines, St. Pétersbourg.

Korobkoff M., Général-major du Génie militaire, St. Pétersbourg.

Smirnoff S., Directeur de l'usine de Pontiloff, St. Pétersbourg.

Campbell H. H., Metallurgical Engineer of The Pennsylvania Steel Company, Philadelphia, Pa.

Campbell W., Adjunct Professor of Metallography, Columbia University, New-York, N. Y.

Der erste Bericht dieser Kommission wurde dem in Brüssel im September 1906 abgehaltenen Kongreß vorgelegt. Er bestand aus vier Teilen:

1. einer vielsprachigen Tabelle, welche die Benennungen der wichtigsten Stahl- und Eisensorten in englischer, französischer, deutscher, schwedischer und dänischer Sprache enthielt;

2. englischen Begriffs-Erläuterungen der wichtigsten Stahl- und Eisensorten;

3. einer Zusammenstellung der Benennungen besonderer Querschnitte und Formen von Stahl und Eisen und

4. einer Festsetzung der Grenze zwischen Stahl und Gußeisen.

Der Bericht wurde vom Kongreß angenommen und die Kommission mit der Weiterführung der Arbeit beauftragt. Es wurde auch in Vorschlag gebracht, in die Tabelle die Benennungen in italienischer und spanischer Sprache aufzunehmen und für die

Digitized by Google

weiteren Arbeiten der Kommission Gutachten von folgenden Körperschaften einzuholen:

Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole des Mines de Liège.
The Iron and Steel Institute.
Le Comité des Forges de France.
The American Institute of Mining Engineers.
Verein Deutscher Eisenhüttenleute.
Jern Kontoret.
Herausgeber des Technolexikons.

Die Kommission hat den gegebenen Direktiven bei Abfassung dieses Berichtes in weitestem Maße Rechnung getragen; derselbe zerfällt in folgende Teile:

I. eine vielsprachige Tabelle, welche die Benennungen der Hauptarten von Eisen und Stahl in englischer, französischer, italienischer, spanischer, deutscher, schwedischer, dänischer und holländischer Sprache enthält;

II. Definitionen der wichtigsten Arten von Eisen und Stahl, sowie der mikroskopischen Bestandteile dieser Metalle;

III. eine Zusammenstellung besonderer Abmessungen und Formen von Eisen und Stahl;

IV. Gutachten von Körperschaften.

I. Benennungs-Tabelle in englischer, französischer, italienischer, spanischer, deutscher, schwedischer, dänischer und holländischer Sprache der Hauptarten von Eisen und Stahl und der Vorrichtungen, in denen sie erzeugt werden.

Diese Tabelle macht keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern enthält lediglich jene Arten, welche für den Verband von Interesse sind.

Die italienischen Benennungen wurden dem Iron and Steel Institute[1]) von den Herren F. B. Rognetta (Rom), Dr. V. Sevieri (Piombino), der Società Siderurgica di Savona und Herrn Dr. Peter A. Jackson (Stabilimento Armstrong, Pozzuoli) beigestellt. Die spanischen Benennungen verdanken wir der Freundlichkeit des Herrn Colonel Cubillo (Trubia).

Die deutschen, schwedischen, dänischen und holländischen Benennungen wurden mit zahlreichen Ergänzungen versehen, welche

[1]) Journal Iron and Steel Institute, September 1907.

Digitized by Google

über Ersuchen des „Iron and Steel Institute[1]) von dem Herausgeber von „Stahl und Eisen", von Professor H. I. Hannover, (Kopenhagen), von H. J. L. Terneden (Berlin), von Herrn Paul Zetzsche (Libau) und von Professor Wedding geliefert wurden. Einige Ausdrücke sind auch verbessert worden. Die Kommission hält die vorgelegte Tabelle nunmehr für hinreichend vollständig und hofft, daß dieselbe nur wenige orthographische oder andere Fehler enthalten dürfte.

II. Definitionen.

Alloy Cast Iron (Sonder- oder Spezial-Gußeisen). Es verdankt seine Haupteigenschaften der Gegenwart eines oder mehrerer anderer Elemente neben Kohlenstoff.

Alloy-Steel (Sonder- oder Spezialstahl). Derselbe verdankt seine Haupteigenschaften der Gegenwart eines oder mehrerer anderer Elemente neben Kohlenstoffe.

Basic Pig-Iron (Basisches oder Thomas-Roheisen). Eine in Amerika verwendete Roheisenart, welche vermöge ihres geringen Silicium- und Schwefelgehaltes zur Umwandlung in Stahl mittels des basischen Flammofenprozesses geeignet ist. Die Benennung beschränkt sich auf Roheisen von nicht mehr als 1·00 Prozent Siliciumgehalt.

In England und auf dem Kontinent bezeichnet man damit ein Roheisen, welches so wenig Silicium und Schwefel enthält, daß es mittels des basischen Bessemer- oder des basischen Flammofenprozesses leicht in Stahl (Flußeisen, beziehungsweise Flußstahl) umgewandelt werden kann. Es enthält im allgemeinen 1·00 % oder mehr Mangan und 1·50 bis 3·00 % Phosphor, Silicium durchschnittlich nicht mehr als 1·00% und Schwefel 0·10 %. Andere im basischen Bessemer- oder basischen Flammofenprozeß verwendete Arten werden nicht als basisches Roheisen (basic pig), sondern einfach als Phosphor-Roheisen (phosphoric pig) bezeichnet.[2])

---

[1]) Journal Iron and Steel Institute, September 1907.

[2]) Dieser Absatz wurde auf Anraten des Herrn C. H. Ridsdale aufgenommen. Daß dies die in England geltenden Auffassung von basischem Roheisen (basic pig iron) entspricht, wurde auch durch Herrn J. E. Stead bestätigt. Professor H. Wedding schrieb:

„Basisches oder Thomas Roheisen (basic pig iron) bedeutet in Amerika etwas ganz anderes, als in Deutschland. In Deutschland haben basisches Roheisen

Digitized by Google

Bessemer Pig Iron (Bessemer-Roheisen). Ein Roheisen von so geringem Phosphor- und Schwefelgehalt, daß es zur Umwandlung in Stahl durch den Original- oder den saueren Bessemerprozeß verwendet werden kann. In Amerika ist diese Bezeichnung auf Roheisen beschränkt, welches nicht mehr als 0·10% Phosphor enthält.

In England bezeichnet man damit ein Roheisen, welches nicht mehr als 0.06% Phosphor oder Schwefel enthält.[1])

Blown metal (Blasenstahl), ein rotbrüchiges Metall, erzeugt durch Reinigen des Roheisens in der Bessemerbirne, ohne jedoch nachher den während des Bessemerprozesses absorbierten Sauerstoff zu entfernen.

Bessemer steel (Bessemerstahl, Bessemer-Flußeisen), ein durch den Bessemerprozeß erzeugter Stahl, gleichgültig ob dessen Kohlenstoffgehalt hoch, niedrig oder mittel ist.

Blister steel (Zementstahl). Ein Stahl erzeugt durch Kohlung von Schmiedeeisen, indem dasselbe in Berührung mit einer kohlenstoffhältigen Masse erhitzt wird. Auf solche Weise wird wohl nur ein schwachkohlenstoffhältiger Stahl erzeugt. Der im Handel vorkommende Zementstahl wird zum großen Teil durch Zementieren schwedischen Schmiedeeisens mit Holzkohle erzeugt.

Bemerkungen, daß gewisse Erläuterungen, wie z. B. jene bei der Definition des Begriffes Zementstahl (blister steel), geeignet sind, Fälschungen zu erleichtern, sind auf Verkennung des wahren Zweckes dieser Erläuterungen zurückzuführen, des Zweckes nämlich, die Bedeutung eines Wortes kurz zu erklären und jene Grenzen aufzustellen, durch welche das beschriebene Metall von den mit ihm leicht zu verwechselnden Metallarten getrennt wird. Daß ein Schutz gegen Fälschungen nicht Sache einer Begriffserklärung sein kann, geht klar aus einer Betrachtung über die im allgemeinen Gebrauch stehenden Definitionen hervor. Wäre es beispielsweise richtig, wenn die Definition des Wortes „Pferd" — selbst falls dies möglich sein würde — für uns unbrauchbare Pferde, z B. blinde,

---

(basic pig iron) und Thomasroheisen (Thomas pig iron) dieselbe Bedeutung. In Amerika beschränkt sich die Bezeichnung auf Roheisen, welches ohne Rücksicht auf den Phosphorgehalt nicht mehr als 1% Silicium enthält, während deutsches Thomasroheisen mehr als 1½% Phosphor enthalten muß und tatsächlich weniger als ½% Silicium enthält."

[1]) Dieser Absatz wurde über Wunsch des Herrn C. H. Ridsdale aufgenommen.

Digitized by Google

lahme, bösartige, kranke, ausschließen würde? Sind sie denn nicht auch Pferde? Sie sind wohl schlechte, aber immerhin Pferde!

Tatsächlich soll und will keine unserer Begriffserklärungen der Fälschung das geringste Hindernis entgegenstellen. Es wäre nicht richtig, Zementstahl (blister steel) derart zu definieren, daß eine Erzeugung desselben aus Puddeleisen oder aus phosphorhaltigem oder schwefelhältigem Eisen, sei es, daß es durch Puddelung oder daß es im Holzkohlenofen erzeugt würde, ausgeschlossen wäre. Und selbst wenn man so weit oder etwa noch weiter gehen wollte, daß man Zementstahl (blister steel) nur als „Schwedisches Stabeisen, welches dem Zementierungsprozeß in Holzkohle unterworfen wurde," definieren und dadurch den französischen, deutschen und amerikanischen Zementstahl ausschließen würde, so wäre hiedurch Fälschungen nicht vorgebeugt. Der Gewissenlose könnte phosphor- oder schwefelreiches schwedisches Stabeisen erzeugen, oder dem Zementierungsprozeß unterworfene schwedische Rohschienen oder nicht hinreichend zementierten Stahl offerieren, oder die Schopfenden solchen Stahls. Der geeignete Schutz gegen Fälschungen liegt darin, entweder nur von solchen Produzenten zu kaufen, deren Firma selbst genügende Garantie bietet, oder sich auf die im Kaufvertrag enthaltenen Qualitätsvorschriften zu verlassen.

Wiewohl nach unserer Meinung ein Vorschlag nach derartiger Einschränkung des Begriffes „Zementstahl" (blister steel), daß von dieser Benennung jedes andere als das aus schwedischem Stabeisen erzeugte Material ausgeschlossen wäre — demnach auch jeder Stahl, welcher den Kohlenstoffgehalt von Zementstahl besitzt und durch Zementieren irgendwelchen reinen oder unreinen Schmiedeeisens in einem kohlenstoffhaltigen festen, flüssigen oder gasförmigen Material erzeugt wird — kaum zur Diskussion gestellt werden sollte, könnten andererseits hinsichtlich der Frage, ob das Vorhandensein von Blasen für den Zementstahl (blister steel) wesentlich ist, die Meinungen billigerweise differieren. Uns scheint es, daß ebenso wie die Bezeichnung „Gußeisen" (cast iron) auf jedes stark kohlenstoffhaltige Eisen angewendet wird, also auch auf zementiertes Schmiedeeisen, soferne dasselbe 4% Kohlenstoff enthält, trotzdem solches Material tatsächlich niemals gegossen worden ist, auch der Bessemerstahl, welcher durch den Zementierungsprozeß gekohlt wurde, trotz des Fehlens von Blasen (blisters) als „Zementstahl" (blister steel) bezeichnet werden soll.

Digitized by Google

Mit anderen Worten, es liegt nach unserer Meinung das Wesentliche der Qualität von Gußeisen (cast iron) in seiner Zusammensetzung und nicht in der Tatsache des „Gegossenseins" und ebenso das Wesentliche der Qualität von Zementstahl (blister steel) in der durch Zementierung erzielten Zusammensetzung und nicht in dem Vorhandensein von Blasen (blisters). Über diesen Punkt wäre die Ansicht der Mitglieder erwünscht.

Wir fügen unserer Erläuterung die Bemerkung bei, daß ein großer Teil des im Handel vorkommenden Zementstahles (blister steel) durch Zementieren von schwedischem Schmiedeeisen in Holzkohle erzeugt wird.

Cast Iron (Roh- oder Gußeisen). Im allgemeinen ein Eisen von solchem Gehalt an Kohlenstoff oder einem diesem equivalenten Elemente, daß es bei keiner Temperatur schweißbar ist. Im besonderen versteht man darunter ein Gußeisen, das in verschiedenen, von den Roheisenmasseln oder — Gänsen (pigs) sich unterscheidenden Formen gegossen wurde, oder umgeschmolzenes, zum Guß in solche Gußformen geeignetes Eisen, durch die es sich vom Roheisen (pig iron) d. i. von dem in Masseln oder Gänsen gegossenen Eisen unterscheidet (Siehe pig iron). Werden z. B. Gußeisenmasseln, d. i. Roheisen, welches ähnlich wie Blei in Masseln (Blockblei) gegossen wurde, umgeschmolzen und zu Gußwaren von besonderen, den jeweiligen Zwecken dienenden Formen, wie Säulen, Schlössern, Geräten etc. umgegossen, so werden diese speziell als Gußeisen (cast iron) bezeichnet; auf diese Erzeugnisse beschränkt sich der im Handel übliche Ausdruck „Gußeisen" (cast iron).

Die Kommission empfiehlt, die Grenze zwischen Gußeisen und Stahl bei 2·20 Prozent Kohlenstoffgehalt festzusetzen u. zw. im Hinblick darauf, daß nach den Untersuchungsergebnissen von Carpenter und Keeling dies jener kritische Kohlengehalt zu sein scheint, welcher dem Punkt „a" des Roberts-Austenschen und Rooseboomschen Diagrammes entspricht. Über die Bedeutung dieses kritischen Punktes vermag die Kommission eine Meinung nicht zu äußern [1]).

[1]) Professor Wedding teilt mit, daß in Deutschland jedes im Hochofen gewonnene Eisenprodukt, Roheisen oder Gußeisen genannt wird; er scheint der Festsetzung einer Grenze zwischen Gußeisen und Stahl abgeneigt zu sein. Brinell ist der Ansicht, daß 2·20% Kohlenstoff eine für praktische Zwecke etwas hohe Grenze darstellt.

J. E. Stead hält es „nicht für ratsam, die Grenze bei einem derart tiefen Prozentsatz, wie 2·20%, festzusetzen."

Digitized by Google

Cast Steel (Gußstahl), im Eisenhandel gleichbedeutend mit crucible Steel (Tigelflußstahl). Ein veralteter und nicht wünschenswerter Ausdruck, weil leicht zu der Auffassung führend, daß auch anderer gegossener Stahl darunter verstanden sei[1]).

Cemented Steel (Zementstahl) dasselbe wie blister steel.

Charcoal Hearth Cast Iron (Herdfrisch- oder Holzkohleneisen, bezw. -Roheisen), ein Roh- oder Gußeisen, das seinen Silizium und seinen Phosphor im Holzkohlenofen abgegeben hat, jedoch noch genug Kohlenstoff enthält, um als Gußeisen gekennzeichnet zu sein.

Converted Steel (Zementstahl), das gleiche wie "Blister Steel".

Crucible Steel (Tiegelflußeisen oder Tiegelflußstahl), ein im Tiegel hergestelltes Flußeisen oder Flußstahl, dessen Kohlenstoffgehalt hoch, niedrig oder mittelmäßig sein kann.

Gray Pig Iron und Gray Cast Iron (graues Roheisen und graues Gußeisen), ein Roh- oder Gußeisen, dessen Bruchfläche dadurch, daß das Eisen nahezu oder vollständig von Graphit gedeckt wird, die graue Farbe des Graphites aufweist.

Hematite Pig Iron (Hematitroheisen), ursprünglich Roheisen aus englischen Hematiterzen, welche zufällig derart phosphor- und schwefelfrei sind, daß das aus ihnen gewonnene Roheisen direkt zum saueren Bessemerprozeß verwendet werden kann. Damit im Zusammenhang wird nunmehr jedes phosphor- und schwefelfreie Roheisen so benannt. Der Ausdruck ist in Amerika nicht gebräuchlich und dessen Einführung auch nicht erwünscht.

Hot Metal oder Direct Metal (Remeisen). Der Name für das aus dem Hochofen abgestochene, geschmolzene Roheisen (Roheisen erster Schmelzung), ehe dasselbe erstarrt ist. Der Ausdruck wird im allgemeinen angewendet für das flüssige Roheisen, welches direkt vom Hochofen zur Stahlerzeugung verwendet wird.

---

[1]) Diese Abänderung unserer im ersten Bericht gegebenen Definition für cast steel (Gußstahl) beruht auf einem Vorschlag von C. H. Ridsdale, welcher außerdem meint, daß die Bedeutung dieses Ausdruckes lediglich auf „Stahl gegossen in Formen" im Gegensatz zu „gewalztem oder geschmiedetem Stahl" beschränkt werden sollte. Wenngleich dies eine wünschenswerte Einschränkung bedeuten würde, wäre dieselbe im Widerspruch mit der allgemein geltenden Bedeutung des Ausdruckes, und es ist offensichtlich Pflicht der Kommission, in erster Linie so genau als möglich die übliche Bedeutung der verschiedenen Ausdrücke zu zeigen und zu beschreiben, nicht aber willkürliche Verbesserungen der Nomenklatur zu versuchen.

Digitized by Google

Ingot Iron (Flußeisen), eine unvollkommen schmiedbare, gegossene Flußeisenmasse, mit so geringem Gehalt an Kohlenstoff oder einem demselben equivalenten Elemente, daß sie bei plötzlicher und vollständiger Abkühlung von der Rotglühhitze nur unerheblich gehärtet wird. Der Ausdruck „ingot iron" ist in England wenig gebräuchlich, dagegen werden an dessen Stelle die Bezeichnungen „mild steel" oder „low carbon steel" oder „soft steel" angewendet. In Amerika wird die Grenze zwischen weichem Flußeisen (soft steel) und halbhartem Flußeisen (half-hard steel) gewöhnlich bei einem Kohlenstoffgehalt von zirka 0·20% angesetzt.[1])

Ingot Steel (Flußstahl), eine gegossene, unvollkommen schmiedbare Stahlmasse, welche so viel Kohlenstoff oder ein diesem equivalentes Element enthält, daß sie bei plötzlicher Abkühlung stark gehärtet wird. Der Ausdruck „Ingot Steel" wird in England wenig angewendet, dagegen sind die Bezeichnungen „hard steel", „high carbon steel" oder „half hard steel" gebräuchlich.

Malleable Castings (schmiedbares Gußeisen oder schmiedbarer Guß), Gußstücke aus schmiedbarem Gußeisen. Siehe auch Gußeisen.

Malleable Cast Iron (schmiedbares Gußeisen), Eisen, zuerst in Form und Eigenschaft gewöhnlichen Gußeisens hergestellt und dann durch nachträgliche Behandlung ohne Umschmelzen schmiedbar gemacht.

Wiewohl nach der englischen Bezeichnung angenommen werden könnte, daß es sich um Gußeisen handelt, ist das Material tatsächlich keine Gußeisenart, sondern bildet vielmehr eine unabhängige Gattung von Eisen, weil ihm die wesentliche Eigenschaft des Gußeisens, nämlich dessen außerordentliche Brüchigkeit, fehlt. Während der Ausdruck „malleable castings" sehr allgemein ist, wird jener „malleable cast iron" sehr selten angewendet. Der allgemein übliche, aber nicht zu rechtfertigende — wir bedauern dies sagen zu müssen — Ausdruck ist „malleable", ausgesprochen wie „mallable", welcher substantivisch gebraucht wird. Jemand, der Feingefühl für seine Muttersprache empfindet, wird auf die Frage, aus welchem Material „malleable casting" (schmiedbarer Guß) besteht, im allgemeinen mit einer Umschreibung antworten müssen.

[1]) C. H. Ridsdale bemerkt nach dem letzten Wort: „in Großbritannien bei einem Kohlenstoffgehalt von 0·10—0·15%".

Digitized by Google

„Malleable Iron (Schmiedeeisen oder Stabeisen), das gleiche wie „wrought iron". Gebräuchlich in Großbritannien, jedoch nicht in Amerika, ausgenommen als unrichtige Bezeichnung für „malleable cast iron" (schmiedbares Gußeisen), auch einfach „malleable" genannt.

Malleable Pig Iron (schmiedbares Roheisen), eine in Amerika gebräuchliche Bezeichnung für ein Roheisen, welches zur Umwandlung in schmiedbaren Guß geeignet ist u. zw. durch ein Schmelzverfahren, bei welchem das flüssige, im ursprünglichen Zustande brüchige Roheisen ohne neuerliches Umschmelzen schmiedbar gemacht wird. Der Ausdruck sollte zur Vermeidung von Verwechslungen mit Vorsicht gebraucht werden. Dieses Material wird in Amerika im Handel auch „malleable iron" genannt, was vermieden werden sollte, weil „malleable iron" in Großbritannien die ältere und feststehende Bedeutung von "wrought iron" (Schmiedeisen) ist.

Mottled Pig Iron und Mottled Cast Iron (halbiertes Guß- und Roheisen), Roheisen und Gußeisen, dessen Gefüge halbiert ist, d. h. teilweise weiße Stellen besitzt, an welchen kein ausgeschiedener Graphit sichtbar ist, teils graue Stellen zeigt, an welchen Graphit sichtbar ist.

Open Hearth Steel (Flammofen-Flußstahl oder -Flußeisen), ein im Flammofen erzeugter Stahl von hohem, niedrigem oder mittlerem Kohlenstoffgehalt.

Pig Iron (Roheisen), Gußeisen, welches direkt vom Hochofen in Masselformen oder in Gänsenform eingelassen wurde. Dieser Name wird oberflächlicherweise auch auf das flüssige Roheisen angewendet, welches erst in Masseln gegossen werden soll oder sich erst in einem Zustande befindet, in welchem dasselbe ohneweiters in Masseln bezw. Gänsen gegossen werden könnte.

Plate Iron (Platteneisen), ein in England manchmal für raffiniertes Gußeisen angewendeter Ausdruck.

Puddled Iron (Puddeleisen), durch den Puddelprozeß erzeugtes Schmiedeeisen.

Puddled Steel (Puddelstahl), ein durch den Puddelprozeß gewonnener und notwendigerweise schlackenhaltiger Stahl (siehe Weld Steel [Schweißstahl]). Derselbe unterscheidet sich vom Schmiedeeisen nur durch den größeren Kohlenstoffgehalt. Von den meisten übrigen Stahlsorten unterscheidet er sich durch den großen Schlackengehalt.

Digitized by Google

Refined Cast Iron (gefeintes Gußeisen), ein Gußeisen, dem im Frischofen der größte Teil des Siliciumgehaltes entzogen worden ist, welches aber noch so viel Kohlenstoff enthält, um als Gußeisen zu gelten.

Shear Steel (Schweißstahl), eine Stahlsorte, gewöhnlich in Stangenform, erzeugt aus Zementstahl (blister steel) durch Schneiden in kurze Stücke, Paketieren und Schweißen derselben, durch Walzen oder Hämmern der Pakete bei Schweißhitze. Wird dieser Prozeß des Zerschneidens, Paketierens etc. wiederholt, so erhält das Produkt den Namen „double shear steel" (doppelt gegerbter oder doppelt paketierter Stahl).

Steel (Flußeisen oder Flußstahl), ein Eisenprodukt, welches zumindest in einer gewissen Temperaturzone gut schmiedbar ist und dabei ferner entweder a) zu einer schmiedbaren Form gießbar oder b) bei plötzlicher Abkühlung gut härtbar oder c) beides: gießbar und härtbar ist. Die Art a) umfaßt auch die Flußeisen- (Flußstahl-) Sorten, welche nach Abguß schmiedbar sind, und zwar in zwei Unterarten „ingot iron" und „ingot steel" (Flußeisen und Flußstahl). (Tungsten [Wolframstahl] ist nur bei Rotglühhitze schmiedbar.[1])

Steel Cast (Stahlguß), Bezeichnung für eine erstarrte Bessemer-, Martin-, Tiegelfluß- oder eine andere schlackenfreie Stahlmasse, welche weder geschmiedet, noch gewalzt wurde und für Stahlgießerei verwendet wird. Beispielsweise ist ein „steel cast gun" (Stahlgußgeschütz) ein aus Stahl gegossenes Geschütz, welches also weder geschmiedet, noch gewalzt worden ist. Die Bezeichnung „cast steel gun" (Gußstahlgeschütz) würde besagen, daß es aus Tiegelgußstahl (Tiegelflußstahl) hergestellt wurde, auf welch letzteren sich die Bedeutung „cast steel" (Gußstahl) beschränkt.

[1]) Alexander Pourcel schreibt, daß er vollkommen einverstanden ist mit der durch Greiner dem Verbandskongreß zu Paris, 1900, vorgelegten Einteilung von Stahl und Eisen. Greiner sagte nämlich: „Eisen unterscheidet sich von Stahl einfach durch den Herstellungsprozeß. Derart ist jedes schmiedbare, gegossene Material Stahl, jedes schmiedbare, nicht gegossene Material Schmiedeeisen. Es wäre zu unterscheiden: 1. Roheisen, gegossen, nicht schmiedbar; 2. Schmiedeeisen, schmiedbar, nicht gegossen, und 3. Stahl, gegossen und schmiedbar." Ein ernster, wenn auch nicht schwerwiegender Einwand gegen diese Klassifikation wäre der, daß nach derselben das bisher als Zementstahl (Blister Steel) bezeichnete Material in die Kategorie der Schmiedeeisen gehörte.

Digitized by Google

Steel Castings (Stahlgußwaren), ungeschmiedete und ungewalzte Flußwaren aus Bessemer-, Martin-, Tiegelfluß- oder einem anderen Stahl. Ingots und Masseln sind in gewissem Sinne auch Gußwaren; der Ausdruck steel castings wird aber in etwas eingeschränktem Sinne unter Ausschluß von Ingots und Masseln für besonders geformten Guß gebraucht, wie solcher allgemein ohne weitere Walz- oder Schmiedebearbeitung verwertet wird. Die Stücke können wohl später überschmiedet werden, z. B. unter der Presse (drop press), sind aber dann nicht mehr castings (Gußstücke), sondern „drop forgings" (Preß- oder Schmiedestücke). Wird nur ein Teil geschmiedet, so stellen die Stücke zum Teil Schmiede-, zum Teil Gußware dar.

Washed Metal (geschlemmtes Eisen oder entphosphortes Roheisen), ein Roheisen, von welchem der größte Teil seines Silicium- und Phosphorgehaltes durch den reich eisenhaltigen Schlackenzusatz des Bell-Krupp-Prozesses oder eines ähnlichen Verfahrens entfernt wurde, ohne jedoch den Kohlenstoffgehalt wesentlich zu vermindern, so daß es als Gußeisen klassifiziert werden kann. Die Bezeichnung „washed metal" (entphosphortes Roheisen) wird auf dieses Produkt auch dann angewendet, wenn dessen Kohlenstoff etwas unter der für Gußeisen normierten Grenze liegt.

Weld Iron (Schweißeisen), dasselbe wie wrought iron. Eine veraltete und unnötige Bezeichnung.

Weld Steel (Schweißstahl), ein Eisen, welches genügend Kohlenstoff enthält, um bei plötzlicher Abkühlung gut härtbar zu sein. Dasselbe ist schlackenhältig, weil bei der Herstellung die einzelnen teigartig erweichten Metallteile in einem Schlackenbade zusammengeschweißt werden, ähnlich wie beim Puddelprozeß, ohne daß später die Schlacke durch Schmelzen entfernt wird. Der Ausdruck wird selten angewendet.

White Pig Iron and White Cast Iron (weißes Roh- und weißes Gußeisen), ein Roh- oder Gußeisen, auf dessen Bruchfläche wenig oder gar kein Graphit sichtbar ist, so daß dieselbe silberglänzend und weiß erscheint.

Wrought Iron (Schweißeisen), ein schlackenhaltiges, schmiedbares Eisen, welches bei plötzlicher Abkühlung nicht wesentlich härter werden darf.

Wrought Steel (Schweißstahl), dasselbe wie „weld steel". Ein wenig gebrauchter Ausdruck.

Digitized by Google

Definitionen der Kleingefügebestandteile (Metarals) von Eisen und Stahl.

Diese Definitionen beruhen auf den bekannten und im allgemeinen feststehenden Eigenschaften der einzelnen Gefüge-Bestandteile und nicht auf ihrer Beschaffenheit und Zusammensetzung, welche noch umstritten sind und über die die Meinungen noch stark auseinandergehen, und zwar sowohl deshalb, weil

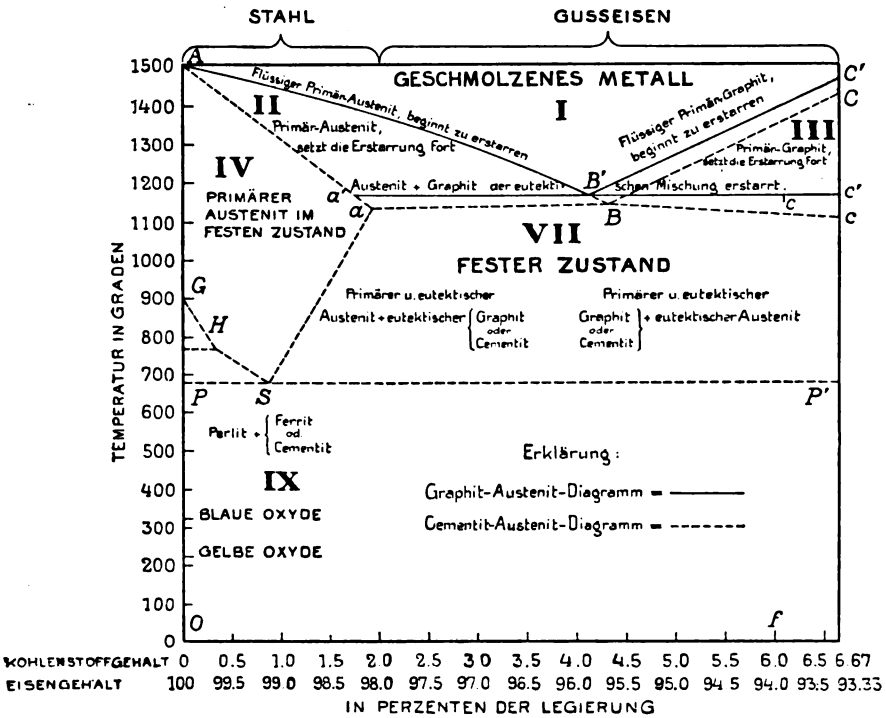


Fig. 1.

man betreffs ihres Entstehens noch im unklaren ist, als auch deshalb, weil die Beweisführung noch unvollkommen und unklar ist. Doch ergänzen wir die Definitionen mit einer kurzen Darlegung der wesentlichsten heutigen Ansichten über die Zusammensetzung dieser Bestandteile.

In diesem Zusammenhang schlägt der Präsident der Kommission das Wort „metaral", ein dem Worte „mineral" analoger

Digitized by Google

Ausdruck als Ersatz für den schwerfälligen Begriff „microscopical constituent“ — „Kleingefüge-Bestandteil“ — vor. Dieses Wort ist präziser als „microscopical constituent“, weil diese Substanzen oft gar nicht mikroskopischer Natur sind, z. B. der Graphit im Roheisen und der primäre Zementit im Ferromangan. Überdies scheint der Begriff „constituent“ (Bestandteil) ein unbestimmter. Eingeschlossene Gase und gelöstes Eisenoxyd sind sicherlich auch Bestandteile, aber kaum „Metarals“, ebenso wie die gelöste Kohlensäure im Mineralwasser, wenngleich ein Bestandteil, so doch in diesem gelösten Zustand nicht als bestimmtes Mineral bezeichnet werden kann.

Vorläufiger Stand. Reiner und handelsüblicher Kohlenstoffstahl (carbon steel) besteht normal, in Region IV (siehe Fig. 1) aus Austenit (1), in Region IX aus Ferrit (2) und Cementit (3), aus beiden letzteren teilweise (bei Stahl in eutektischer Mischung, „eutectoid steel“, gänzlich) mechanisch vermischt als Perlit (4). Bei Verwandlung von Austenit in Cementit und Ferrit durch Abkühlen, durchläuft das Metall die Stadien von Martensit (5), Troostit (6) und Sorbit (7) und durchläuft beim Erhitzen diese Stadien wieder in umgekehrter Ordnung, indem sich dasselbe aus Ferrit und Cementit wieder in Austenit rückverwandelt.[1])

Wiewohl also die Formen 5, 6 und 7 keine Temperaturzone zu haben scheinen, in welcher sie normal und stabil vorkommen, sondern meistens nur eine mathematische Linie, können dieselben doch als Rückstand durch plötzliches Abkühlen erhalten werden, ebenso wie auch unter günstigen Umständen der Austenit. Überdies setzt das Vorhandensein bedeutender Mengen von Kohlenstoff, Mangan und Nickel die Grenzen zwischen den Umwaandlungsstadien 4 und 7 herab und vergrößert den Rückstand; auch erleichtert dasselbe das Zurückhalten von Austenit und Martensit in den Kältezustand hinein, erniedrigt in den äußersten Fällen diese Grenzen bis unter die atmosphärische Temperatur und erweitert etwa auch die mathematische Linie, bei welcherMartensit normal vorkommt, zu einer viele Temperaturgrade umfassenden Zone.

[1]) Andere Übergangsbestandteile, z. B. Osmondit und Trosto-Sorbit (Übergangsstadien zwischen Troostit und Sorbit), sind von einigen Schriftstellern beschrieben worden, doch glaubt die Kommission, daß diese Ausdrücke, welche zumeist Bestandteile von nur hypothetischer Existenz darstellen, weder genügend notwendig, noch gebräuchlich sind, um eine Aufnahme derselben in dieses Verzeichnis zu rechtfertigen.

Digitized by Google

Austenit (Austenite). Eine feste Lösung von Kohlestoff (oder eines Eisencarbydes) in „γ"-Eisen, welche oberhalb der kritischen Zone[1]) beständig ist. Bei allen Temperaturen um die kritische Zone bestehen sämtliche Eisen-Kohlenstoff-Legierungen, daher auch alle Arten von Kohlenstoffstählen und Gußeisen, aus Austenit, welcher bei stark kohlenstoffhaltigen Legierungen häufig mit Graphit gemengt ist.

Während der langsamen Abkühlung verwandelt sich beim Durchgang durch die kritische Zone Austenit in Perlit, ein mechanisches Gemenge von Ferrit und Cementit in bestimmtem Mischungsverhältnis, welches ferner auch mit freiem Ferrit oder freiem Cementit gemengt ist, je nachdem der Stahl hypo- oder hypereutektisch ist. Austenit kann im kalten Zustande zurückbehalten werden durch derart rasches Abkühlen des Metalles aus einer über der kritischen Zone gelegenen Temperatur, daß eine Umwandlung dieses Bestandteiles teilweise verhindert wird. Möglich ist dieses Rückbehalten nur bei Vorhandensein einer bedeutenden Menge von Kohlenstoff, welche bei dieser Transformation hemmend wirkt; in gleicher Weise vermögen Elemente, wie Mangan und Nickel, zu wirken. Bei Vorhandensein großer Prozentsätze solcher Elemente kann Austenit im kalten Zustande sogar bei langsam vor sich gehender Abkühlung zurückbehalten werden; ein Stahl mit zirka 25% Nickelgehalt ist selbst nach langsamer Abkühlung austenitisch.

Austenit, welcher im kalten Zustande durch das Vorhandensein von nur knapp hinreichenden Mengen von Kohlenstoff, Mangan und Nickel zurückbehalten wurde, ist der Möglichkeit ausgesetzt, sich durch Schlag oder Deformation in Martensit zu verwandeln. Austensit ist gewöhnlich bedeutend weicher als Martensit, jedoch nur um ein geringes härter als Ferrit (nach Osmond); er ist nicht magnetisch und besitzt einen hohen elektrischen Widerstand.

Bei Proben, welche für die mikroskopische Untersuchung speziell vorgerichtet sind, bleibt Austenit licht und füllt jene Räume aus, welche zwischen den dunkler gefärbten, nadelartigen Kristallen des im allgemeinen mit ihm vorkommenden Martensits bestehen.

Martensit (Martensite). Ein Transformationsbestandteil, welcher dem ersten Stadium der Umwandlung des Austenits bei

---

[1]) Unter der kritischen Zone verstehen wir in diesen Definitionen die Temperaturzone zwischen den drei kritischen Wärmepunkten A_3, A_2 und A_1.

Digitized by Google

Eintritt in die kritische Zone entspricht. Durch langsames Abkühlen während der Temperaturen der ganzen kritischen Zone verwandelt sich Martensit in Perlit (Ferrit + Cementit).

Um Martensit im kalten Zustande zurückzuhalten, muß der Vorgang der Abkühlung langsam genug sein, um dessen Bildung zuzulassen, jedoch wieder nicht so langsam, daß sich dasselbe wieder zersetzt. Diese Bedingungen werden im allgemeinen durch den üblichen Vorgang des Härtens von Stahl erfüllt. Derselbe besteht in rascher Abkühlung des Metalles bei der nahe der kritischen Zone gelegenen Temperatur durch Tauchen in kaltes Wasser oder in ein anderes geeignetes Medium. Infolgedessen ist Martensit der gewöhnliche Bestandteil von gehärtetem Kohlenstoffstahl. Gewöhnlich ist derselbe bei hoch kohlenstoffhaltigen Legierungen von Cementit, bei sehr schwach kohlenstoffhaltigen aber von Ferrit begleitet. Auch Trostit, das nächste Stadium bei der Umwandlung von Austenit, kommt bei dem im Handel üblichen gehärteten Stahlarten häufig vor.

Martensit ist neben Cementit der härteste Bestandteil von Eisen-Kohlenstoff-Legierungen. Er ist sehr magnetisch und dürfte die Hälfte seines Kohlenstoffgehaltes als Härtungskohle enthalten.

In den speziell für die mikroskopische Untersuchung vorgerichteten Proben zeigt sich Martensit in unregelmäßigen, zackigen Blättchen, welche im Querschnitte das Aussehen von, zu den Seiten eines Dreiecks parallel liegenden, oft auch einander kreuzenden Nadeln besitzen. Bei den üblichen Ätzungsmethoden erscheint Martensit dunkler gefärbt als Austensit, Cementit und Ferrit, doch nicht so dunkel wie Troostit; bei sehr sorgfältiger Vorbereitung kann derselbe auch weiß sein. Während die Metallurgisten hinsichtlich der genauen Beschaffenheit von Martensit noch nicht einig sind, wird allgemein zugegeben, daß derselbe „β"-Eisen, welchem seine Härte zuzuschreiben ist, und „α"-Eisen, dem er seine magnetischen Eigenschaften verdankt, enthält. Sehr wesentliche Meinungsverschiedenheiten bestehen jedoch betreffs der Beziehungen, in welchen der Kohlenstoff zum Eisen steht. Einige meinen, daß Martensit im wesentlichen eine, in seiner Art vielleicht abnormale, feste Lösung von Kohlenstoff (oder eines Eisencarbydes) im „β"-Eisen (nach Osmond) darstellt, während die Ansichten anderer, welche die Existenz von „β"-Eisen überhaupt in Abrede stellen

Digitized by Google

(wie Le Chatelier), dahin geht, daß Martensit im wesentlichen eine Lösung von Kohlenstoff in „α"-Eisen ist.

Troostit (Trostite). Ein Transformationsbestandteil, welcher dem zweiten Stadium in der Umwandlung von Austenit entspricht. Er bildet sich während relativ langsamer Abkühlung durch den oberen Teil der kritischen Zone. Bei langsamer Abkühlung durch die ganze kritische Zone verwandelt sich Troostit in Perlit (Ferrit + Cementit).

Die mittlere Abkühlungsgeschwindigkeit, bei welcher die Umwandlung erfolgt, ohne daß das Troostit-Stadium überschritten wird, und welche dadurch die Troostitbildung ermöglicht, erreicht man entweder durch Löschen 1. mit Öl oder heißem Wasser aus der über dem kritischen Bereich gelegenen Temperaturgrenze, oder 2. mit kaltem Wasser bei einer innerhalb der kritischen Zone gelegenen Temperatur, oder 3. bei relativ langsamer Abkühlung der inneren Teile von großen Objekten oder bei langsamer Abkühlung von mittels einer dünnen Schichte geschützten Stücken, durch Löschen mit kaltem Wasser von der über der kritischen Zone gelegenen Temperaturgrenze aus. Weiter verwandelt sich kalter Austenit und Martensit in Troostit bei sehr leichtem Erhitzen auf 200 oder 275° C. wie auch durch Anlassen.

Bei bestimmtem Kohlenstoffgehalt ist Troostit weicher als Martensit, aber härter als Sorbit und Perlit. Er erhält wahrscheinlich eine bedeutende Menge von Härtungskohle.

In speziell für die mikroskopische Untersuchung vorgerichteten Proben zeigt sich Trostit in unregelmäßigen, körnigen, fast amorphen Formen vor, welche durch die üblichen Ätzungsmethoden eine viel dunklere Färbung, als der sie begleitende Martensit erhalten.

Die Metallurgisten sind hinsichtlich der Natur von Troostit nicht einig. Einige halten ihn für eine feste Lösung von Kohlenstoff (oder eines Eisencarbyds) in Eisen (wahrscheinlich „α"-Eisen), während andere in Anbetracht seines spezifischen Volumens und des spezifischen Widerstandes, welche mit denjenigen von Perlit identisch sind, ihn einfach für eine kolloide oder mikroskopisch nicht zu lösende Form von Perlit erklären, welche möglicherweise mit gleichfalls unentdeckbarem Ferrit, Cementit, Austenit oder Martensit vermischt ist.

Sorbit (Sorbite). Ein Übergangsbestandteil, welcher dem dritten Stadium in der Umwandlung von Austenit entspricht.

Digitized by Google

Die mittlere Abkühlungsgeschwindigkeit, welche die Umwandlung ermöglicht, ohne daß das Sorbit-Stadium überschritten wird und welche derart die Erhaltung von Sorbit in kaltem Zustande erlaubt, erreicht man entweder durch Löschen mit kaltem Wasser von dem tieferen Teil der kritischen Zone aus, oder mit Öl von der oberhalb dieser Zone gelegenen Grenze oder durch Luftkühlung von sehr dünnen Stücken gleichfalls von der oberhalb der kritischen Zone gelegenen Grenze oder schließlich durch Erhitzen (Anlassen) von gehärtetem Stahl auf etwas mehr als 500° C.

Sorbit ist weicher als Troostit, jedoch härter als Perlit. Er enthält wahrscheinlich etwas Härtungskohle.

In speziell für die mikroskopische Untersuchung vorgerichteten Proben erscheint Sorbit als ein schlecht kristallisierter, nahezu amorpher Bestandteil, dessen Färbung bei den gewöhnlichen Ätzungsmethoden lichter als die des Trostit, aber dunkler, als die des Perlit ist.

Im allgemeinen wird Sorbit als unauflösbarer Perlit betrachtet, d. h. als mechanisches Gemenge von Ferrit- und Cementitteilen, welchen die, für ihre Ausscheidung in Form der schon kristallisierten für die Struktur des Perlit charakteristischen parallelen Plättchen erforderliche Zeit gemangelt hat. In hypoeutektischem Stahl erhält Sorbit oft eine größere Menge von Ferrit, als Perlit.

Perlit (Pearlite), das „Eutektoid", die eutektische Mischung, ein mechanisches Gemenge von sechs Teilen Ferrit mit einem Teil Cementit, besteht unterhalb der kritischen Zone. Er enthält beinahe 0·90% Kohlenstoff. Er stellt das letzte Stadium in der Umwandlung von Austenit dar.

Aus der Tatsache, daß Perlit den normalen Zustand bei allen Temperaturen unterhalb des kritischen Bereiches darstellt, folgt, daß kalter Stahl immer aus Perlit besteht, sobald die Abkühlung von der unteren Grenze der kritischen Zone genügend langsam erfolgt ist, um eine Umwandlung der anderen, unbeständigen Bestandteile in Perlit zu ermöglichen. So bildet er auch den normalen Bestandteil von ausgeglühtem Stahl.

In hypoeutektischem Stahl (einem Stahl von weniger als zirka 0·90% Kohlenstoffgehalt) ist er von freiem oder massivem Ferrit begleitet, in hypereutektischem Stahl (einem Stahl von mehr

Digitized by Google

als zirka 0·90% Kohlenstoffgehalt) von freiem oder massivem Cementit.

Er ist weicher als Sorbit, jedoch bedeutend härter als Ferrit.

Er ist nahezu, aber nicht vollständig frei von Härtungskohle.

In speziell für die mikroskopische Untersuchung vorgerichteten Proben erscheint Perlit in Gruppen von sehr zarten, rein kristallisierten, parallelen Plättchen abwechselnd mit Ferrit und Cementit. Ist die Vergrößerung eine hinreichende, um die beiden Bestandteile des Perlits, Ferrit und Cementit, unterscheiden zu können, dann erscheint Ferrit schwarz und Cementit weiß. Bei den gewöhnlichen Ätzungsmethoden wird Perlit dunkler als Ferrit und Cementit, aber lichter als Sorbit.

Cementit (Cementite). Das Carbyd von Eisen in der chemischen Zusammensetzung Fe_3C. Sein Vorkommen ist hauptsächlich entweder 1. als primärer Cementit in Gestalt von breiten Plättchen in weißem Gußeisen, Spiegeleisen usw.; oder 2. als Teilbestandteil von Perlit (siehe früher) oder 3. als „freier", „überschüssiger" oder „massiver" Cementit (diese Ausdrücke entsprechen ihrer wahren Bedeutung nach vollkommen) in weißem Gußeisen oder in langsam gekühltem hypereutektischen, besonders aber im Cementstahl (daher auch sein Name).

Graues Gußeisen enthält oft trotz seines hohen Kohlegehaltes infolge langsamer Abkühlung und des Vorhandenseins von Silicium oder dessen Equivalents, anstatt kristallinischen Graphits, freien Cementit.

In Legierungen, welche gewisse andere Elemente, wie Mangan, in relativ großen Mengen enthalten, bildet sich, an Stelle des einfachen Carbyds Fe_3C, eine doppelte und möglicherweise auch dreifache Carbydverbindung, welche gleichfalls als Cementit bezeichnet werden.

Cementit ist der härteste Bestandteil der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen.

In speziell für die mikroskopische Untersuchung vorgerichteten Proben von hypereutektischem Stahl erscheint Cementit im allgemeinen entweder als feines Netzwerk, welches die Maschen von Perlit umgibt, oder in von dem Netzwerk losgelösten Streifen, welche die Maschen von Perlit kreuzen. Bei den üblichen Ätzungsmethoden bleibt Cementit glänzend und strukturlos.

Ferrit (Ferrite). α-Eisen, welches in den handelsüblichen Sorten von Eisen und Stahl kleine und schwankende Mengen von

Digitized by Google

III. Zusammenstellung besonderer Abmessungen, Formen und Arten von Eisen und Stahl.

Englisch	Französisch	Deutsch	Schwedisch	Spanisch	Italienisch
Bar-Iron, Schmiedeeisen in Form von Stäben oder Stangen, etc.		Stabeisen Stangeneisen		Hierros laminados	Ferro in verghe
Muck Bar, Rohschienen, meistens 1 Zoll stark und ca. 4 Zoll breit, hergestellt durch die erste Walzung einer Puddeleisen-Luppe.	Loupe, Lopin, Ebauche de puddlage, Fer brut	Rohzaggel	Kein equiv. Ausdr.	Planchache basta	Spuntature
Merchant Bar. Schmiedeeisen in Form von handelsüblichen Stangen o. Stäben, hergestellt durch Schneiden von Rohschienen in kurze Stücke, sowie durch Paketieren u. Walzen oder Schmieden derselben bei Schweißhitze.		Handelseisen Merkantileisen		Hierros comerciales	Verghe mercantili Barre da commercio
Bloom. 1. Eine breite Stange aus einem Ingot o. einem ähnlichen Stück für weitere Verarbeitung. 2. Eine rohe schmiedeeiserne Stange aus einem Catalonischen Frischeisen- oder einem Luppenstück für weitere Verarbeitung.	Bloom	Luppe Platte Wolf		Tocho	Massello
Billet. Eine kurze Stange, hergestellt aus einem Block, einer Luppe oder einem Ingot für weitere Verarbeitung. Die Kommission empfiehlt, die Grenze zwischen Luppe und Paket allgemein mit einem Querschnitt von 5 Quadratzoll festzusetzen.*)	Billette	Paket Knüppel		Billet	Verghe grezze (billette
Slab. Ein flaches Stück oder eine Platte, mit seiner breitesten Fläche aus einem Ingot oder einem ähnlichen Stück zwecks weiterer Bearbeitung abgeschnitten.		Platine		Toro paia chopa	Picolo Mazello (piatine, plache)

*) Pourcel empfiehlt 45 mm als Scheidegrenze, Brinell 6 Quadratzoll.

Digitized by Google

Silicium, Mangan, Phosphor und noch anderen, selteneren Elementen in Lösung enthält; Kohlenstoffgehalt beträgt aber höchstens 0·05%.

Bei vollständiger oder nahezu vollständiger Abwesenheit von Kohlenstoff besteht das Metall ausschließlich aus Ferrit, ohne Rücksicht auf die Behandlung, durch welche es gekohlt wurde. Bei langsamer Kühlung von hypoeutektischen Stählen und graphithaltigem Gußeisen mit weniger als zirka 0·90 Teile gebundenen Kohlenstoffs verwandelt sich das für das eutektische Mischungsverhältnis (zirka 99·10 Teile Eisen auf 0·90 Teile gebundenen Kohlenstoff) überschüssige Eisen beim Übergang von Zone 3 in Zone 1 in freies Ferrit. Bei langsamer Kühlung aller Kohlenstähle und Gußeisenarten bildet sich Ferrit als ein Glied des eutektischen Perlites, bei gleichzeitigem Überschreiten des „Rekaleszenzpunktes" (Zone 1). Selbst in den kohlenstoffreichsten Gußeisenarten bildet sich Ferrit bei andauerndem und starkem Erhitzen durch Spaltung vom Cementit unter Bildung von Temper-Graphit, $Ce_3C = 3Fe+Gr$.

Ferrit ist der weichste Bestandteil von Eisen-Kohlenstoff-Legierungen. Bei speziell für die mikroskopische Untersuchung vorgerichteten Proben erscheint Ferrit in polyedrisch kristallinischen Körnern oder, falls der Kohlenstoff 0·40% übersteigt, als ein die Perlitmaschen umgebendes Netzwerk. Bei den gebräuchlichen Ätzungsmethoden bleibt Ferrit glänzender als Perlit, bei tieferer Ätzung jedoch färben sich manche der polyedrischen Körner mehr oder weniger tief, während andere glänzend bleiben.

IV. Gutachten von Körperschaften.

Im Sinne des vom Kongresse geäußerten Wunsches schrieb der Schriftführer im Dezember 1907 an folgende Körperschaften mit dem Ersuchen, den Bericht der Kommission gelegentlich irgendwelcher Zusammenkünfte in Erörterung zu ziehen, in der Absicht, die Meinungen und Kritiken der einzelnen Mitglieder zu vernehmen:

Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole des Mines de Liège;

Comité des Forges de France;

American Institute of Mining Engineers;

Verein deutscher Eisenhüttenleute;

Jern Kontoret.

Weder das Iron and Steel Institute noch die Herausgeber des Technolexikon wurden unter die zu Befragenden aufgenommen, weil die erstere Körperschaft unseren Bericht bereits erörtert hatte,

Digitized by Google

während die Verfassung des Technolexikon aufgegeben und das betreffende Komitee aufgelöst wurde.

Von den obigen fünf Körperschaften hat nur eine, das „American Institute of Mining Engineers", dem Schriftführer geantwortet. Der Schriftführer dieser Körperschaft verwies auf die bekannte Tatsache, daß es derselben statutengemäß nicht gestattet ist, ein förmliches Urteil über irgendwelche ihr vorgelegte Fragen abzugeben, sie kann lediglich den Gebrauch einer bestimmten Nomenklatur durch ihre eigenen Mitglieder als Beitrag zu deren Ausführungen empfehlen.

Diese Körperschaft hat unseren Bericht mit einigen erörternden Bemerkungen abgedruckt.[1])

Unser Bericht wurde auch seitens des Iron and Steel Institute[2]) abgedruckt und von einigen Mitgliedern in ausführlicher Weise erörtert. Doch auch das Iron and Steel Institute mußte aus ähnlichen Gründen ein förmliches Urteil über den Wert unseres Berichtes unterlassen.

Die einzelnen, im Laufe der Erörterungen gefallenen Meinungsäußerungen wurden seitens der Kommission in sorgfältiger Weise zusammengestellt, und es ist auch der Wortlaut einiger Ansichten in den vorliegenden Bericht aufgenommen worden. An einigen Stellen erschien es tunlich, zu erklären, warum die anderen Vorschläge nicht befolgt wurden.

---

[1]) Zweimonatliches Bulletin American Institute of Mining Engineers, März 1908. Pag. 227—237 und Juli 1908, pag. 615—620.

[2]) Journal of the Iron and Steel Institute. September 1908, Nr. III für 1907.

Digitized by Google

Benennung			
Englisch	Französisch	Dänisch	Holländisch
Gattung			
Cast iron	Fonte	Raajern naar ikke er crusmeltet eller Stöbejern	Gietyzer (ruwyzer)
Arten			
White cast iron or pig iron	Fonte blanche	Hvidtjern	witgietyzer (witruwyzer)
Gray cast iron or pig iron	Fonte grise	Graatjern Graat Raajern	Grauer gietyzer
Mottled cast iron or pig iron	Fonte truitée	Spragletjern	wit korrelig gietyzer
Pig iron (white, gray, mottled, etc.)	Gueuses de fonte ou fonte en gueus	Pigjern or Raajern	Ruwyzer (gemeleerd)
Hot metal, or direct metal	Fonte de première fusion?	Smeltet Raajern	Ruwyzer cerste gieting
Basic cast iron or pig iron	—	Thomas Raajern	Thomas ruwyzer
Hematite cast iron or pig iron	—	Haematit Raajern	Haematit ruwyzer
Malleable pig iron	—	Hammerbart-Stöbejern	Smeedbaar gietyzer
Washed metal	Fonte épurée	Affosforet Raajern	Ontphospherd gietyzer
Refined cast iron	Fonte mazée	Raffineret Raajern	Gezuwerd gietyzer
Charcoal hearth cast iron	Fonte mazée	Raffineret Raajern	Houtskolen gietyzer
Alloy cast iron	Fontes spéciales	Special Raajern	Special gietyzer
Gattung			
Malleable castings	Fonte malléable	Hammerbart Stöbejern, Hammerbart Stöbe gods	Smeedbare gieting

Digitized by Google

Benennung			
Deutsch	Schwedisch	Dänisch	Holländisch
Gattung			
Stahl	Stål	Staal	Staal
Art A			
Flußeisen[1])	Götmetall	Staal Blodstaal	Smeltyzer Vloeiyzer
Flußstahl[1])	—	Haardtstaal	Vloeistaal
Unterarten			
Bessemer-Flußeisen Bessemer-Flußstahl	Bessemerstål	Bessemer staal	Bessemer staal
Flammofen-Flußeisen Flammofen-Flußstahl	Martinstål	Martinstaal	Frischstaal, Siemens-Martinstaal
Tiegelflußeisen Tiegelflußstahl	Degelstål o. Degelgjutstål	Digelstaal	Kroerenstaal
Gußstahl	Gjutstål	Stobestaal	Gietstaal
Flußwaren	Stålgjutgods	Staalstöbegods, o. Facongods	Vormgietstaal
Art B			
Schweißstahl o. Schweißeisen[1])	Wäll stål, selten gebraucht kein Equivalent	Svejsestaal	Welyzer Welstaal
Unterarten			
Zementstahl	Blåsstål, Brännstal, Cementstal	Blaerestaal o. Cementstaal	Cementstaal
Schweißstahl	--	Svejsestaal	Welstaal
Puddelstahl	Puddelstål	Puddelstaal	Puddelstaal
Art C			
Sonderstahl	Special stål	Special staal	Specialstaal
Gattung			
Schmiedeisen and Stabeisen	Smidesjern Lancashire jern	Svejsejern	Welyzer
Arten			
Puddeleisen	Puddeljern	Puddjern	Puddelyzer
Herdfrischeisen	Lancashire Franche-Comté o. Walloon jern	Haerd frisket jern (bezieht sich stets auf Lancashire-Eisen aus Schweden)	Puddel of frischyzer

tigkeit mehr als 50 kg per mm² beträgt, Flußstahl, mit einer geringeren Festigkeit aber Flußhl, mit geringerer Festigkeit Schweißeisen genannt werden.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

VIII 3

GRUNDLAGEN FÜR LIEFERUNGSBEDINGNISSE FÜR KUPFER.

Bericht der Kommission 38, vorgelegt vom Präsidenten
Prof. **Leon Guillet**, Paris.
Übersetzt von Ing. J. Fleischmann, Wien.

Die vom Vorstand für das Studium der Grundlagen der Lieferungsbedingnisse für Kupfer ernannte Kommission ist heute — nach dem Austritt des Herrn Prof. L. R. v. Stockert in Wien, der die Einsetzung dieser Kommission angeregt hatte, und des Herrn Oberingenieur J. Gerwer in Zürich — die folgende:

Präsident: M. Léon Guillet, Ingénieur en Chef de Services chimiques de la Maison de Dion-Bouton, Prof. au Conservatoire des Arts de Métiers, Paris.

Mitglieder: H. C. Heckmann, Duisburg-Hochfeld.

H. G. Selve, Geh. Kommerzienrat, Altena i. W.

Dr. R. T. Glazebrook, Director of the National Physical Laboratory, Teddington.

Mr. F. Tomlinson, The Broughton Copper Comp. Ltd. N, Manchester.

M. G. Guillemin, Ingénieur conseil, Paris.

M. P. Breuil, Chef de la section des essais des métaux au Laboratoire des Arts et Métiers, Paris.

M. Olgouine, Ingénieur au Laboratoire méc. à l'école Imp. des ingénieurs des voies de communication, Moscau.

H. E. Wehrenfennig, Zentralinspektor der österr. Nordwestbahn, Wien.

Digitized by Google

H. P. Zugmayer, Ing., Kupferfabrikant, Waldegg (Niederösterr.).

Mr. G. E. Skinner, Electrical Engineer, Westinghouse Electric Manufacturing Comp, East Pittsbourgh, Pa. (U. S. A.).

Mr. H. E. Diller, of the Howthorne Engineering Laboratory, Western Elect. Comp., Chicago (U. S. A.).

Angesichts des kurzen Zeitraumes, welcher zwischen der Ernennung der Kommission und der Vorlage dieses Berichtes (Jänner 1909) bestand, war es selbstverständlich unmöglich, irgendwelche Entscheidung zu treffen.

Dieser Bericht soll daher lediglich den gegenwärtigen Stand der Kommissionsarbeiten zur Kenntnis bringen. Diese Arbeiten bezwecken die Aufstellung eines vergleichenden Resumés der verschiedenen Bedingnishefte, welche für die Übernahme von Kupfer bestehen; dieses Resumé wurde seitens des Präsidenten aufgestellt, aber die einzelnen Mitglieder und speziell Herr Breuil hatten die Freundlichkeit, an dieser ersten Arbeit wertvollen Anteil zu nehmen.

Überdies wurde, wie wir angekündigt haben, jedes Mitglied eingeladen, die Bedingnishefte zu beurteilen und seine Beobachtungen über die Arten der Übernahme kundzugeben.

Durch Vermittlung des Präsidenten wurden den einzelnen Mitgliedern neun Fragen vorgelegt, deren Wortlaut aus dem Folgenden hervorgeht.

Um eine möglichst genaue Wiedergabe des Gedankenganges jedes einzelnen Kommissionsmitgliedes zu erzielen, hielt es der Präsident für notwendig, die erhaltenen Antworten tunlichst wortgetreu zu wiederholen.

Eingelangte Antworten.

Fragen Nr. 1 und 2.

Halten Sie es für angezeigt, die Kommission in zwei Sub-Kommissionen zu teilen, von welchen die eine die Anwendung des Kupfers bei mechanischen Konstruktionen, die andere jene bei elektrischen Konstruktionen zu studieren hätte?

Wenn ja, welcher Sub-Kommission wünschen Sie anzugehören?

Die Herren Glazebrook und Tomlinson haben zustimmend geantwortet und erklärt, an beiden Sektionen interessiert zu sein, wobei sie noch bemerken, daß die Aufgabe der Sektion für Elektrizität wahrscheinlich eine einfachere sein dürfte.

Digitized by Google

Herr Skinner erklärt, daß ihm die Teilung nicht wünschenswert erscheine, da die mechanischen und elektrischen Eigenschaften gleichzeitig geprüft werden sollten.

Herr Diller stimmt der Teilung zu und würde wünschen, jener Sub-Kommission anzugehören, welche die physikalischen Eigenschaften des Kupfers studieren wird.

Die Herren Zugmayer und Wehrenfennig sind Anhänger der Teilung und wünschen der mechanischen Sub-Kommission anzugehören.

Die Herren Selve und Heckmann halten die Teilung der Kommission nicht für nötig.

Die Herren Breuil, Guillemin und Guillet sind gleichfalls dieser Anschauung.

Nach der Mehrheit der Antworten hält der Präsident der Kommission die Unterteilung nicht für angemessen, da sich überdies herausstellt, daß kein einziges Mitglied jener Sub-Kommission anzugehören verlangte, welche sich mit der elektrischen Verwendung des Kupfers zu befassen hätte.

Fragen 3 und 4.

Bestehen in Ihrem Lande Bedingnishefte für die verschiedenen Anwendungen des Kupfers zu mechanischen und elektrischen Konstruktionen?

Wäre es Ihnen möglich, uns von solchen eine Abschrift oder einen Auszug zukommen zu lassen?

Die Herren Glazebrook und Tomlinson verzeichnen die Normen des Engineering Standards Committee, welche weiter unten zusammengefaßt erscheinen.

Herrn Diller sind Bedingnisse für Kupfer nur insoweit bekannt, als dieselben den elektrischen Widerstand, manchmal die Dehnung und die Zugfestigkeit vorsehen. Er fügt bei, daß es große Schwierigkeiten verursucht, wenn die Elastizitätsgrenze in den Bedingnissen festgesetzt ist.

Die Herren Zugmayer und Wehrenfennig verweisen auf die Bedingnishefte der österreichischen Staatsbahnen, welche in Österreich am allgemeinsten in Anwendung stehen. Deren Inhalt wird weiter unten zusammengefaßt.

Die Herren Selve und Heckmann geben einen analogen Bescheid für Deutschland.

Digitized by Google

Herr Skinner erklärt, daß er Bedingnisheſte über die verschiedenen Anwendungen des Kupfers bei mechanischen und elektrischen Konstruktionen nicht vorgefunden hat.

Die Herren Breuil und Guillemin ließen uns verschiedene französische Bedingnisheſte zugehen, deren Inhalt weiter unten zu finden ist.

Herr Breuil hatte die Freundlichkeit, eine Anzahl derselben zusammenzufassen.

Fragen 5 und 6.

Sind Ihnen irgendwelche Schwierigkeiten bekannt, welche sich bei Anwendung dieser Bedingnisheſte ergeben haben, und halten Sie Änderungen für angezeigt?

Die Herren Glazebrook und Tomlinson erklären, daß die Vorschriften des „Engineering Standards Committee" seitens des Handels sehr geschätzt werden und ihren Zweck vollkommen erfüllen, so daß gegenwärtig keinerlei Änderung derselben notwendig erscheint. (Es finden alljährlich Zusammenkünfte statt, gelegentlich welcher die eventuell erforderlichen Änderungen geprüft werden.)

Herr Zugmayer hält die angefügten Bedingungen, welchen das Kupfer bei der Übernahme zu entsprechen hat, im großen und ganzen für gut und praktisch, findet aber hierbei die folgenden Unzukömmlichkeiten:

a) Toleranzen mit Bezug auf die Stärke und das Gewicht.

Die gestattete Überschreitung bis zu 3% scheint ihm vollkommen ausreichend für alle Materialien, mit Ausnahme der Blechplatten für die Feuerbox.

Bei der Walzung von großen Blechen kommt es vor, daß selbst die stärksten Walzen (von 90 mm und mehr Durchmesser) sich um ein geringes, bis zirka $^3/_4$ mm, durchbiegen, derart, daß sehr große Bleche in der Mitte um $1^1/_2$ ja selbst 2 mm stärker ausfallen, als am Rande, wo dieselben gemessen werden. Hiergegen gibt es keine Abhilfe. Daher werden manche Platten schwerer, als dieselben theoretisch sein sollten, und die österreichischen Produzenten bemühen sich, bezüglich der breiten Platten mit folgendem auf praktischen Erfahrungen aufgebauten Schema durchzudringen:

Digitized by Google

Für Bleche bis zu		2300 mm	Breite,	Gewichtstoleranz	3	%
„ „	von	2300—2600	„	„	„	3½ %
„ „	„	2600—2800	„	„	„	4 %
„ „	„	2800—3000	„	„	„	4½ %
„ „	„	3000—3100	„	„	„	5 %
„ „	„	3100—3200	„	„	„	6 %

b) Für Stangen und Bleche bestehen Zerreißproben oder Biegeproben; beide erscheinen gegenwärtig ausreichend. Soferne eine Probe nicht entspricht, kann dieselbe wiederholt werden; falls sie ein zweites Mal auch nicht entspricht, wird das betreffende Blech zurückgewiesen.

Herr Zugmayer meint, daß die Zerreißprobe mehrere Unzukömmlichkeiten in sich schließe.

Die Maschine für die Zerreißprobe ist kostspielig und deren verschiedene Systeme sind keineswegs gleichwertig. Sobald die Maschine alt ist, ergibt sie andere Resultate, und die Vornahme von Reparaturen verspricht nur wenig Erfolg. In der Praxis ergeben also diese Maschinen nahezu immer von einander abweichende Resultate. Außerdem differieren die Ergebnisse auch, je nachdem der Bruch schnell oder langsam erfolgt. Schließlich bestehen noch Fehlermöglichkeiten bei der Messung der Blechdimensionen, welche aber nach dem Bruch nicht mehr nachweisbar sind, weil die ursprünglichen Maße vollkommen verschwunden sind.

Endlich, sagt Herr Zugmayer, kann ein Probestab niemals mit solcher Genauigkeit appretiert werden, daß er überall genau den gleichen Querschnitt aufweist. Wenn er qualitativ gut ist, zerreißt er an dem schwächsten Punkt; aber dieser Punkt kann nicht immer durch Messung gefunden werden und die Stabstärke kann ohneweiters um $^1/_4$ mm differieren. Wenn man beispielsweise einen Stab von 16×20 mm mißt, dessen Stärke am schwächsten Punkt tatsächlich $15{\cdot}75 \times 19{\cdot}75$ betragen würde, so wird sein kleinster Querschnitt nicht 320 mm², sondern nur 311 mm² aufweisen. Wenn dieser Stab beispielsweise für den kleinsten Querschnitt 22·2 kg Festigkeit zeigte, würde sich die Festigkeit bei Annahme der größeren Abmessungen auf $22{\cdot}2 \times {}^{311}/_{320} = 21.6$ kg stellen und das Blech würde (nachdem 22 kg vorgeschrieben sind) mit Unrecht zurückgewiesen werden. Wiewohl der Stab im allgemeinen in

Digitized by Google

der Mitte reißt, kann er doch auch gegen das Ende zu reißen, sei es, daß sich dort der schwächste Punkt befindet, sei es daß der Stab an zwei Stellen kontrahiert hat und durch Zufall eine ziemlich gleichmäßige Stärke besitzt.

Dieser letztere Fall tritt nicht selten ein. Aber die Berechnung der Resultate ist sodann ungünstig; denn bekantlich wird dann (wie aus den Bedingungen ersichtlich ist) nur die Dehnung der größeren Stabhälfte auf die Totallänge umgerechnet; da sich aber der Stab in dieser Hälfte weniger als an der Bruchstelle selbst dehnt, so ergibt sich begreiflicherweise ein schlechteres Resultat als wenn der ganze Stab und seine totale Verlängerung zur Grundlage der Dehnungsbestimmung genommen worden wäre.

c) Das wichtigste Moment aller Proben besteht nach Herrn Zugmayer in ihrem praktischen Wert. Es ist also erforderlich, daß die Proben (als Stichprobe) im kleinen Maßstabe allen jenen Bedingungen entsprechen, welchen das Material bei der Verwendung tatsächlich genügen muß. Von diesem Gesichtspunkte aus erscheint nur das Dornen und Umbördeln der Rohre, das Stauchen der Nietenköpfe, das Einschneiden von Schraubengewinden in Stangen, das scharfe Biegen (Falten) der dünnen Bleche als sehr wertvoll, und als die weitaus wichtigste Probe scheint ihm die Biegeprobe. Diese sollte man in allen Fällen vornehmen und ihr größere Bedeutung, als der Zerreißprobe zuerkennen.

Herr Zugmayer meint, daß die Zerreißprobe oft nur mangelhafte, theoretische Resultate ergeben kann und daß ihr tatsächlich nicht jene Bedeutung zukommt, welche ihr gewohnheitsmäßig zugeschrieben wird. Dagegen kann die Biegeprobe ohne spezielle Vorbereitungen überall und zu jeder Zeit vorgenommen werden und liefert stets ein untrügliches, konstantes Resultat, welches kontrolliert werden kann. Die ursprüngliche Form wird unverändert beibehalten, und es kann durch Schlag nachgewiesen werden, ob beispielsweise der Grat aufgerissen ist, ob der Probestab erhitzt ist etc.

Soferne also für Stangen und Bleche beide Proben verlangt werden, schlägt Herr Zugmayer folgendes vor: Wenn die Biegeprobe entsprochen hat, dagegen die Zugprobe ungenügend ist, so soll die Übernahme von dem Ergebnis einer zweiten Biegeprobe abhängen. Wenn die Zugprobe entsprochen hat, die Biegeprobe aber ungenügend ist,

Digitized by Google

soll gleichfalls eine zweite Biegeprobe entscheiden. Wenn beide Proben ungünstig ausfallen (Zug- und Biegeprobe), soll das Stück zurückgewiesen werden.

Demzufolge soll zuerst die Biegeprobe und sodann die Zugprobe stattfinden, und nur in dem Falle, als die Biegeprobe nicht entspricht, kann nach der Zugprobe an die Vornahme einer zweiten Biegeprobe geschritten werden.

Es ist wünschenswert, daß die Proben in der Fabrik des Lieferanten und in Gegenwart beider Beteiligten vorgenommen werden. Einzig dann, wenn die Biegeprobe schlecht ausfällt und im Werke eine Zerreißmaschine nicht vorhanden ist, kann die eventuell vorzunehmende Zugprobe anderswo durchgeführt werden. Herr Zugmayer glaubt, daß auf diese Weise viel Mühe und Geld erspart werden könnte, ohne daß bezüglich der Güte des Materiales ein Zweifel bestehen bliebe.

Herr Wehrenfennig hält die Bedingnisse der österreichischen Staatsbahnen für gut. Es muß indessen bemerkt werden, daß hinsichtlich der Gewichtstoleranzen für große Bleche die österreichischen Fabrikanten sich bemühen, mit einem höheren Prozentsatze als den vorgesehenen drei Prozenten durchzudringen, was durch die gegenwärtig bestehenden Bedingungen ganz gerechtfertigt erscheint.

Wenn man aber andererseits in Berücksichtigung zieht, daß der Konsument solcher Bleche ein großes Interesse an der Einhaltung bestimmter Gewichtsgrenzen besitzt, um eine unnötige Ausgabe für Material zu vermeiden und den achsialen Druck in den vorgeschriebenen Grenzen zu erhalten etc., wenn weiter in Betracht gezogen wird, daß die Walzen entsprechend angefertigt werden können, so erscheint es begreiflich, daß die 3%ige Toleranz selbst für große Bleche in der Praxis Anhänger zu finden vermag.

Die Lieferanten müßten für die Erzeugung breiter Bleche bombierte Walzen in Verwendung nehmen.

Herr Selve betrachtet die Bedingnisse der preußischen Bahnen als begründet und praktisch, erwähnt aber den Übelstand der Toleranz hinsichtlich der Gewichte und Stärken in einer, den Ausführungen des Herrn Zugmayer analogen Weise.

Bezüglich der Stangen und Bleche ist Herr Selve der Ansicht, daß die Biege- und Zugproben, insbesondere aber die letzteren, beibehalten werden sollen.

Digitized by Google

Herr Guillemin gibt bekannt, daß die Bedingnishefte der verschiedenen Verwaltungen gegenwärtig keinerlei ernstliche Schwierigkeiten bieten. Immerhin teilt Herr Guillemin die Ansicht des Herrn Zugmayer und hält dafür, daß in Anbetracht der bestehenden, zum Teile unüberwindlichen Schwierigkeiten in der Fabrikation die Gewichtstoleranzen für Rohrbleche erweitert werden sollten.

Hierbei könnten die seitens des Herrn Zugmayer proponierten Ziffern zugestanden werden.

Dagegen meint Herr Guillemin, daß die Zugproben nicht unterbleiben sollten, da es nicht möglich sei, dieselben durch Biegeproben zu ersetzen.

Herr Breuil ist der Ansicht, daß vor allem die Zugproben beizubehalten seien, welche besser als die Biegeproben alle erforderlichen Aufschlüsse über die Eigenschaften des Kupfers hinsichtlich Festigkeit und Fähigkeit der Formveränderung liefern; die Biegeproben sind tatsächlich nur Qualitätsversuche und ihre schwer zu interpretierenden Resultate ermöglichen nicht die Aufnahme von ziffermäßigen Werten in die Bedingnishefte.

Herr Breuil fordert, daß bei den Zugproben die scheinbare Elastizitätsgrenze (Fließgrenze) bestimmt werde; diese Bestimmung ist nützlich, um feststellen zu können, in welchem Grade das Material kaltgehämmert worden ist.

Andernfalls sollte nach seiner Meinung das Kupfer vor Durchführung der Zugprobe auf 700° erhitzt werden. Da die Geschwindigkeit der Abkühlung nach dem Erhitzen einen Einfluß auf die Struktur des Metalles ausübt, will Herr Breuil die Probestäbe rasch auf die gewünschte Temperatur bringen und sodann in Wasser tauchen. Derart wäre dann das Kupfer in einen genau bestimmten Zustand für die Qualitätsbeurteilung gebracht.

Herr Breuil fügt bei, daß die Zuggeschwindigkeit einen gewissen Einfluß auf die Bruchbelastung des Kupfers besitze. Wiewohl Martens diesen Einfluß vernachlässigen zu können glaubt, ist er der Ansicht, daß sich die Belastung um 2% erhöht. Nach Angabe des Herrn Breuil hat Herr Ledoux eine Erhöhung um 6% gefunden und empfohlen, besonders gegen das Ende des Zerreißvorganges nicht zu rasch vorzugehen.

Man könnte die Festigkeit des Kupfers mittels der Brinellschen Kugeldruckprobe bestimmen oder durch Entnahme eines

Digitized by Google

für Druckbeanspruchung bestimmten kleinen Zylinders. Bei zylindrischen, kalt gehämmerten Stangen wäre dieser Zylinder vollkommen geeignet, durch einfaches Abplatten mit dem Hammer einen genauen Begriff von der Streckbarkeit des Metalles zu geben.

Bei Drähten ist die nach beiden Seiten von der Vertikalen um 90° vorzunehmende Biegeprobe ausgezeichnet und erfordert keinerlei komplizierte Einrichtung.

Wenn man die Drähte auf Drehung untersuchen will, empfiehlt es sich, wie bei der Zugprobe, das Moment an der Elastizitätsgrenze zu messen; das größte Moment ergibt den Drehungswinkel an der Bruchgrenze, bezogen auf die Längeneinheit.

Herr Breuil ist für die Zugprobe der fertigen Stehbolzen für Lokomotiven, und zwar bei jener Temperatur, welcher die Stehbolzen im Gebrauche ausgesetzt sind.

Man sollte nach seiner Meinung die Biegeproben an erhitzten und festgelagerten Stehbolzen bis zum Bruche wiederholen und dabei noch über jene Biegungsbeanspruchungen, welche dieselben im Gebrauche erleiden, hinausgehen.

Bei Röhren wäre nur zu fordern, daß ein senkrecht auf die Rohrachse abgetrennter Ring, der auf einem konischen Dorn erweitert wird, vor Erreichung eines bestimmten Durchmessers nicht zerreißen darf.

Es könnte auch je eine Probe der Längs- und Querrichtung für Zerreißzwecke entnommen werden, welche mittels Holzschlegels herzurichten wäre.

Auch wäre es nicht unzweckmäßig, diese Rohre oder Probestäbe bei jenen Temperaturen zu prüfen, welchen dieselben im Dienstgebrauche ausgesetzt sind.

Frage 7.

Wünschen Sie spezielle Vorschläge zu machen hinsichtlich neuer Proben, Abänderung von Proben, Anwendung irgendwelcher für andere Materialien im Gebrauche stehenden Proben auf das Kupfer, Messungsmethoden etc.?

Die Herrn Glazebrook und Tomlinson wollen keinerlei Vorschläge machen. Sie erinnern lediglich an die von verschiedenen Gelehrten, insbesondere Roberts Austen, unter dem Patronate der Commission zur Untersuchung von Legierungen der „Institution of Mechanical Engineers“ betriebenen Forschungen über das Kupfer

Digitized by Google

und bemerken, daß gegenwärtig im „National Physical Laboratory" Studien über den Einfluß außerordentlicher Kälte auf den Zugwiderstand des Kupfers betrieben werden.

Herr Zugmayer faßt die ihm nötig scheinenden Vorschläge zusammen.

Die Erprobung hätte nach folgenden Grundsätzen zu geschehen:

a) Platten. Die ausgeglühte Biegeprobe (Stärke über 10 mm, viermal so breit als stark) muß sich vollkommen zusammenbiegen lassen, ohne einzureißen.

Eventuelle Zugprobe mit gleichfalls ausgeglühten Probestäben, welche gut vorzurichten und an den Kanten leicht abzurunden sind.

b) Stangen. Die geglühte Probe muß sich unversehrt um 180° zurückbiegen lassen (Zerreißprobe wie oben); das Aufstauchen eines Nietenkopfes und das Einschneiden von Gewinden muß anstandslos erfolgen.

c) Draht. Muß sich im weichen Zustande mit Hilfe zweier Flachzangen auf 180° zusammenbiegen und wieder zurückbiegen lassen.

d) Bleche. Müssen sich im weichen Zustande um einen Dorn von der Blechstärke zusammenbiegen und wieder gerade richten lassen; bei Blechen von weniger als 2 mm Stärke ist es vorteilhaft, diese Prozedur mit zwei Flachzangen vorzunehmen und müssen sich diese Bleche zu einer Schneide kalt aushämmern lassen, ohne zu reißen. Die Kanten der Probestäbe müssen abgerundet werden, nötigenfalls entscheidet eine zweite Biegeprobe.

e) Rohre und Rohrstützen. Müssen sich im weichen Zustande flach zusammenbiegen lassen, außerdem müssen sie sich um 20° aufdornen lassen.

Im Falle eine Probe nicht entspricht, ist eine zweite entscheidend.

Die Proben sollen genommen werden:

a) Bei Platten, je eine Zerreiß- und Biegeprobe aus jeder Platte, in der Walzrichtung.

b) Bei Stangen von höchstens je 300 kg.

c) Bei Draht von höchstens je 300 kg.

d) Bei Blechen von höchstens je 300 kg.

e) Bei Rohren von höchstens je 50 m laufender Länge; bei Rohrstützen von jedem Hundert.

Digitized by Google

Herr Selve macht genau dieselben Vorschläge wie Herr Zugmayer.

Herr Wehrenfennig besteht auf der Biege- und Zugprobe wie folgt:

Bei Übernahme von Platten ist die Zug- und Biegeprobe überhaupt empfehlenswert, weil die erstere zuverlässigere Vergleiche zuläßt, die letztere aber sich der Inanspruchnahme nähert, welcher die Platten im Dienste ausgesetzt sind.

In nahezu allen Fällen werden die Resultate der Zug- und Biegeprobe einander entsprechen.

Bei der Zugprobe auf ein- und derselben Maschine ist der Vergleich umso leichter, als man bei dem Zerreißvorgang immer die gleiche Geschwindigkeit entwickeln und immer gleiche Probestäbe verwenden kann; Voraussetzung ist natürlich, daß die Zerreißmaschine nicht fehlerhaft ist und daß die Messungen mit aller Sorgfalt vorgenommen werden.

Bei Verwendung ein- und derselben Zerreißmaschine, bei sorgfältiger Behandlung der stets auf gleiche Weise vorgerichteten Probestäbe wird man sich keinerlei fühlbaren Unzuverlässigkeit aussetzen. Falls man sich verschiedener Maschinen bedient, müssen Feststellungsproben vorgenommen werden.

Bei der Zurichtung der Probestäbe soll ein Behobeln in der Querrichtung möglichst vermieden werden, es empfiehlt sich eher zu fräsen, oder, falls schon behobelt und gestoßen wird, in der Längsrichtung mit der Feile abzuziehen, ferner die Proben solchen Teilen zu entnehmen, welche keine localen Veränderungen, Eindrücke etc. erlitten haben. Es muß dies deshalb erwähnt werden, weil, wenn auch die Probestäbe vollkommen glatt gerichtet sind, die vor dem Behobeln eingedrückte Stempelung (Ziffern, Firmen) während des Zerreißvorganges wieder sichtbar werden kann, was beweist, daß das Kupfer an diesen Stellen eine lokale Beeinflussung erlitten hat, welche möglicherweise auch das Ergebnis der Zugprobe beeinflußen könnte.

Vor Entnahme der Probe soll jener Teil, welchem dieselbe entnommen werden soll, ausgeglüht werden, um derart alle unbekannten Einflüsse mechanischer Natur zu entfernen.

Die Biegeprobe ist nicht weniger nützlich als die Zugprobe, aber sie erfordert gleichfalls peinliche Sorgfalt und in jedem einzelnen Falle die gleiche Zurichtung; sie muß stets in derselben

Digitized by Google

Weise vorgenommen werden, um immer streng vergleichbare Resultate zu liefern.

Die Biegeproben sind stets mit der Maschine und niemals mit der Hand vorzunehmen. Der Bruch ist zu vermeiden.

Bei Proben von Stangenkupfer, welche auf der Drehbank bearbeitet wurden, müssen die vorhandenen Riefen des Messers mit der Feile entfernt werden.

Seitens Herrn Wehrenfennig werden eben jetzt neue Versuche angestellt, um den Widerstand und die Zähigkeit von gelochten und gebohrten Stehbolzen zu vergleichen. Die Versuche bestehen darin, daß ein Kupfer-Probestab an dem mit Schraubengewinden versehenen Ende eingespannt wird, wogegen das freie Ende während der Umdrehung belastet wird. Die Anzahl der Umdrehungen bis zum Eintritt des Bruches wird verzeichnet.

Diese Versuche sind noch nicht beendet.

Herr Heckmann schreibt den Biegeproben und der genauen Messung der Elastizitätsgrenze große Bedeutung zu.

Herr Guillemin bemerkt, daß die Bedingungen, unter welchen die Zugproben ausgeführt werden, große Bedeutung haben und auf die Ergebnisse hervorragenden Einfluß ausüben.

Einfluß haben vor allem die Temperatur der Probestäbe, ferner die Geschwindigkeit und Dauer der Versuche.

Es wäre zweckmäßig, über den Einfluß dieser Umstände systematische Studien zu betreiben und in den Bedingnisheften genau zu präzisieren, unter welchen Verhältnissen die Erprobungen hinfort vorgenommen werden sollen (Wärmegrad, Geschwindigkeit und Dauer).

Frage 8.

Wollen Sie irgendwelche Bemerkungen machen bezüglich der chemischen Zusammensetzung, des Einflusses von Unreinigkeiten, des Gehaltes an Kupferoxydul etc.?

Die Herren Glazebrook und Tomlinson bemerken, daß das arsenikhaltige Kupfer für eine große Anzahl mechanischer Konstruktionen verwendbar ist, wie z. B. für Lokomotivfeuerbox, Stützschrauben, Rohre etc.

Die Angaben des Bedingnisheftes folgen später.

Digitized by Google

Herr Diller erklärt, das Kupfer niemals zu analysieren, sondern lediglich auf die Ergebnisse der elektrischen und physikalischen Versuche zu vertrauen.

Die Herren Zugmayer und Selve erklären, daß ein geringer Gehalt an Arsenik (0·3% nach dem erstgenannten, 0·5% nach dem letztgenannten), Silber, Kadmium, Zink, Silizium eher vorteilhaft ist, ebenso auch Blei (0·15% und Phosphor 0·1%).

Ein Sauerstoffgehalt bis 0·06% ist ohne Einfluß, höhere Prozentsätze sind schädlich. Zu vermeiden sind Wismut, Antimon, Nickel, Tellur und Schwefel. Hiebei wäre zu bemerken, daß die Wirkung dieser letzteren Elemente eine verschiedene ist, je nachdem dieselben im Kupfer in reduziertem Zustande oder als Salze oder Oxyde enthalten sind. Auch wirken dieselben vereinigt in anderer Weise, als jedes für sich. Jedenfalls sind dieselben gefährlich und sollen vermieden werden. Während ein schwacher Nickelgehalt ohne Einfluß bleibt, ein bedeutender Arsenikgehalt aber vorteilhaft ist, sind die beiden Stoffe, soferne sie sich vereinigt vorfinden, von äußerst schädlicher Wirkung.

Herr Heckmann macht analoge Angaben; seiner Ansicht nach könnten gestattet werden: 0·02% Silber, 0·15% Blei, 0·1% Phosphor, 0·2% Nickel, 0·1% Sauerstoff. Arsenik übt bis zu 0·75% eine günstige Wirkung aus.

Herr Heckmann gibt aus eigener Erfahrung an, daß ein Kupfer, welches 0·2% Nickel und 0·75% Arsenik enthielt, bei den verschiedenen Versuchen ausgezeichnete Resultate ergeben hat.

Herr Wehrenfennig äußert keine persönliche Ansicht über chemische Zusammensetzung und verweist auf Muspratts Chemie, IV, pag. 1938, 4. Auflage.

Es ist wahrscheinlich, bemerkt er hiezu, daß das Kupfer alter Feuerboxe den Einflüssen des Feuers im Lokomotivkessel größeren Widerstand entgegensetzte, als das heutige Material, und bei manchen neueren Kupferlieferungen ist auch ein bedeutender Unterschied in der Haltbarkeit im Hinblick auf Risse und Spaltungen zu konstatieren, wiewohl die chemische Beschaffenheit keine nennenswerten Unterschiede aufweist.[1])

[1]) Diesbezüglich bemerkt Herr Heckmann, daß seinerzeit die Feuerbleche nicht geglüht worden sind, sondern in dem kalt gehämmerten Zustand, wie dieselben die Walzen verließen, in Verwendung genommen wurden.

Digitized by Google

Es scheint also, daß chemische Verschiedenheiten keinen besonderen Einfluß auf den Widerstand des Kupfers bei Stehbolzen ausüben, sondern es ist eher anzunehmen, daß die physische Beschaffenheit des Kupfers, der Zustand der Oberfläche, die Dichtigkeit des Metalles den Ausschlag geben.

Tatsächlich wissen wir, daß manche Eisenbahngesellschaften die Röhrenplatten der Feuerbüchsen an der Oberfläche hämmern lassen, um dieselben dauerhafter zu machen. Es ist wichtig zu bemerken, daß gestauchtes Kupfer durch Aufbiegen sehr leicht zerreißt, und zwar umso leichter, je kräftiger und energischer das Stauchung und Aufbiegen durchgeführt wird.

Es soll hier auch die von H. Wehrenfennig bei Lokomotivfeuerbüchsen gemachte Beobachtung erwähnt werden, welche (von ihm in der „Eisenbahn-Technik der Gegenwart" Bd. 1, 1. Aufl, pag. 119 beschrieben) sich auf den Einfluß des Verhältnisses zwischen dem Zugwiderstand und dem Druckwiderstand des Kupfers auf dessen Haltbarkeit bezieht.

H. Wehrenfennig hat konstatiert, daß die kupfernen Stehbolzen nahezu immer entlang oder innerhalb der Feuerzwischenwand brechen, selten aber in der freien Länge.

Der Bruch der kupfernen Stehbolzen entsteht fast immer an der Feuerseite, weil dort die größte Hitze besteht und infolgedessen dort das Kupfer am ehesten seine Widerstandsfähigkeit einbüßt.

Bei dieser Gelegenheit erinnert Herr Wehrenfennig an die Tatsache, daß Kupferstangen bei Erhitzung und Abkühlung sowohl an Länge, wie auch an Dicke zunehmen, wodurch sich gewisse Risse im Sitz erklären lassen

Jedenfalls ist es gut, die einzelnen Arten des Kupfers im Hinblick auf Zug- und Druckfestigkeit bei verschiedenen Temperaturen zu studieren, wie auch die Dichte des Materiales bei verschiedenen Temperaturen nach der Methode Brinell oder Ludwik festzustellen, weil, außer der Zugfestigkeit, Dehnung, Kontraktion, auch die Biegungsfestigkeit, die Druckfestigkeit, die Dichte des Materiales und schließlich der Oberflächenwiderstand Einfluß auf die Dauerhaftigkeit der den verschiedenen Temperaturen ausgesetzten Feuerbleche besitzen.

Diese und noch andere ähnliche Studien sind daher unbedingt nötig, um uns die Eigenschaften des Kupfers genauer kennen lernen zu lassen.

Digitized by Google

Her Skinner antwortet, wie folgt:

Die Grenze der Unreinigkeiten des Kupfers, welche durch Leitungsversuche festgestellt wurde, ist durch Addicks, Transactions of American Institute of Mining Engineers, Bd. 36, pag. 18—27, studiert worden.

Die Leitungsfähigkeit des Kupfers wird durch Arsenik und Phosphor sehr stark beeinflußt, welche jedoch in kleinen Quantitäten sonst keine schädliche Wirkung ausüben. Die Leitungsfähigkeit wird nur wenig beeinflußt durch das Vorhandensein von Antimon, Wismut, Schwefel und Sauerstoff, deren Wirkung aber unter gewissen Umständen einen weit ernsteren Charakter anzunehmen vermag. Die mit dieser Frage vertrauten Ingenieure und Chemiker fordern demgemäß vollständige Analysen, um das Material beurteilen zu können, und es ist lange Erfahrung notwendig, um die für die elektrische Industrie geeignetsten Zusammensetzungen würdigen zu können.

Herr Skinner konnte eine gute und rasche Methode zur Bestimmung des Kupferoxydes im Kupfer nicht finden. Es scheint ihm aber wünschenswert, daß die Kommission ihr Augenmerk auf die Schaffung einer solchen Methode richte.

Die mechanischen Eigenschaften des Kupfers, welches in der elektrischen Industrie, sowie bei Telephonleitungen und Transmissionen zur Verwendung gelangt, verdienen weit größere Aufmerksamkeit, als die Leitungsfähigkeit.

Rasche und sichere Methoden zur Feststellung der Sprödigkeit und Dauerhaftigkeit wären ebenso, wie Bestimmungen über die zulässigen Grenzen der verschiedenen mechanischen Eigenschaften außerordentlich wünschenswert. Es werden beispielsweise in der elektrischen Industrie große Quantitäten Draht in den Dimensionen von 0·0031 – 0.0201" (0·777—5·025 mm) verwendet. Solcher Draht wird durch mangelhaftes Ausglühen derart spröde, daß sich dessen Aufrollen auf die Spule sehr schwierig gestaltet. Man hat wiederholt versucht, die Sprödigkeit durch Messung der Dehnung zu bestimmen. Dieser Versuch ist aber nicht genügend entwickelt, um einheitliche und befriedigende Resultate zu ergeben, bildet aber trotzdem noch immer die beste der gegenwärtig bekannten Methoden, um zu dem gewünschten Resultate zu gelangen.

Man hat jüngst die größte Aufmerksamkeit dem Studium des Ausglühens von stark gestrecktem Kupfer bei Temperaturen von

Digitized by Google

100—300° zugewendet, wie solches bei Leitungen für Transformatoren, Trolleys etc. angewendet wird. Studien über den Einfluß der Temperatur auf die Dauerhaftigkeit des Kupfers wären äußerst erwünscht.

In den Vereinigten Staaten gelangen im allgemeinen die Kupfergewerke mit den Kupferwarenfabrikanten zu einer Verständigung hinsichtlich der Qualität des Kupfers, der zulässigen Unreinigkeiten etc. Diese Grenzen werden nach dem jeweiligen Verwendungszweck des Kupfers bestimmt; doch sind diesbezügliche Bedingnisse bisher nicht veröffentlicht worden.

Der Temperaturkoeffizient, d. h. die Veränderung des elektrischen Widerstandes mit der Temperatur sollte festgesetzt werden und die betreffenden Ziffern sollten wenn möglich in allen Staaten zur Annahme gelangen.

Die im Juni 1907 vom „American Institute of Electrical Engineers" herausgegebenen Normalien enthalten eine Tabelle der Temperaturkoeffizienten, welche von denjenigen der im Jahre 1893 herausgegebenen Normalien abweichen.

Herr Guillemin findet, daß die Frage eine sehr verwickelte sei und durch methodische Untersuchungen aufgeklärt werden sollte.

Die in letzter Zeit unternommenen Versuche haben festgestellt, daß in allen, in der Industrie verwendeten Kupferlegierungen Gase eingeschlossen sind, welche sich zusammensetzen aus Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenoxyd, Kohlensäure, Kohlenwasserstoff etc.

Nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaften erscheint es für den Chemiker schwer zu erkennen, ob der im Kupfer konstatierte Sauerstoff sich in demselben in Form von Oxydul oder Kohlenoxyd eingeschlossen befindet.

Wahrscheinlich aber ist der Einfluß des Sauerstoffes auf die mechanischen und elektrischen Eigenschaften des Kupfers ein verschiedener, je nachdem sich derselbe in Gasform oder als Oxydul vorfindet.

Wissenschaftliche Studien in dieser Richtung wären demnach sehr wünschenswert.

Frage 9.

Wären Sie der Meinung, daß eine Zusammenkunft der Kommission stattfinden sollte? Wenn ja, wären Sie mit einer derartigen Zusammenkunft in Paris im Laufe des Monates Oktober einverstanden?

Digitized by Google

Sämtliche nicht in Frankreich domizilierenden Mitglieder haben geantwortet, daß sie einer derartigen Einladung nicht Folge zu leisten vermöchten.

Frage 10.

Sind Ihnen Gelehrte oder Industrielle bekannt, welcher der Kommission nicht angehören, derselben aber wertvolle Aufschlüsse zu erteilen in der Lage wären?

Die Herren Glazebrook und Tomlinson nennen Herrn Carpenter, Herrn Fitzpatrick und jene Persönlichkeiten, welche an der Erörterung der Denkschrift von Carpenter und Edwards über Kupfer-Aluminium-Legierungen teilgenommen haben.

Die Herren Zugmayer und Wehrenfennig nennen Herrn F. Ringhoffer in Prag-Smichow (Böhmen).

Außerdem nennt letzterer die Herren G. Chaudoir in Simmering, Professor Kirsch in Wien und Dr. Ludwik in Wien.

Herr Skinner nennt: J. A. Capp, Ingenieur für Versuche der General Electric Co., Schenectady N. Y., John J. Carty, Chefingenieur der American Telegraph and Telephon Co, 15 Dey Street, New-York City.

Herr Skinner wäre mit Vergnügen bereit, Versuche, deren Ausführung in Pittsburg möglich ist, anzustellen oder Aufschlüsse jedweder Art, welche die Kommission für geeignet hält, zusammenzufassen, soferne ihm die hiebei einzuschlagenden Mittel und Wege namhaft gemacht werden.

Wie schon eingangs gesagt, war es der Kupfer-Kommission unmöglich, nach so kurzer Zeit ihres Bestandes zu abschließenden Urteilen zu kommen.

Es besteht aber Grund zu hoffen, daß die Bereitwilligkeit, mit welcher die einzelnen Kommissionsmitglieder in besonders dankenswerter Weise auf die Briefe und Anfragen des Präsidenten antworteten, es ermöglichen wird, ein baldiges Einverständnis zu erzielen und auf dem nächsten Kongreß definitiven Bericht über die Bedingungen für die Übernahme des Kupfers zu erstatten.

Der Präsident meint, daß von diesem Zeitpunkt an — oder eventuell schon jetzt — der Wirkungskreis der Kommission auf die verschiedenen Legierungen von Kupfer, Bronze, Messing etc. ausgedehnt werden könnte.

Digitized by Google

Kupferdraht für andere als elektrische Zwecke.

Tabelle I.

Land	Frankreich		
Provenienz des Bedingnisheftes	Artillerie	Nordbahn-Gesellschaft	Marine
Datum der Ausgabe	—	—	—
Chemische Zusammensetzung	Fremde Bestandteile $< 0{\cdot}04\,\%$	—	—
Zerreißprobe	$F = 22$ $D\,\% = 40$ für gezogenen Draht von 2 mm Durchmesser bei der Zerreißprobe	$D\,\%$ wechselnd nach Durchmesser Durchm. / F Mittel / F Minim. / $D\,\%$ Mittel / $D\,\%$ Minim. 1·5 mm: 45 / 40 / 2 / 1 4 „: 40 / 36 / 3 / 2 5 „: 35 / 30 / 5 / 4 6 „: 30 / 25 / 6 / 5 11 „: 25 / 20 / 15 / 12	—
Biegeprobe	—	5 Biegungen	—
Rollprobe	—	—	Rollen um einen runden Stab vom Durchmesser des Drahtes. Dann Geraderichten und Rollen in entgegengesetzter Richtung.

Digitized by Google

Tabelle III.

L a n d	
Provenienz des Bedingnisheftes	Engeneer N
Datum der Ausgabe	
Chemische Zusammensetzung	
Elektrischer Widerstand	stark gehämmert: D G (gel sic Gev hm('e v = ; geglüht: Dr 1 g
Bemerkungen	Spez. Gew riation 0·(die Leitun des Wid wichtes obe To
Zerreißprobe	
Biegeprobe	hrlä ınd

t	Norwegen	Holland
	Telegraphenwesen	Telegraphenwesen
	—	—
	—	—
	—	—
	—	—
105 kg 150 „ 225 „ 300 „ 375 „ 449 „ 525 „ 300 „ 375 „	—	—
	$d=4{\cdot}5$ mm $=5$ Biegungen $r=10$ mm $d=4$ „ $=5$ „ $r=10$ „ $d=3{\cdot}30$ „ $=5$ „ $r=10$ „ $d=2{\cdot}75$ „ $=5$ „ $r=10$ „	—

Digitized by Google

Tabelle V.

Land	Frankreich
Provenienz des Bedingnisheftes	Eisenbahnen
Datum der Ausgabe	—
Chemische Zusammensetzung	r Ia Qualität, fremde E
Toleranz für die Abmessungen	für Stehbolzen, + 0·2 m
Zu prüfende Quantitäten	probe für je 500 kg. C Stangen für Steht
Stanzprobe — Ergebnis	roh
	n zwischen den Mark gedreht um 2 mm geg
	$F' \geqslant 23$ $D^0/_0 \geqslant 30$
Flanschprobe	—
Biege- und Stauchprobe	—
Hydraulische Probe	Rohrdurchme

Digitized by Google

England	Belgien
orth Eastern Railway	Eisenbahnen
—	—
99·25% reines *Cu*	—
vicht: 1. Rohre von $1^3/_4$ äußerem esser = 2·29 Pfund per Fuß on 2 Zoll äußerem Durchmesser = 2·64 Pfund per Fuß	—
—	—
mit ganz ausgeglühtem Rohr nnen per Quadratzoll. *D*% auf 4 Zoll = 45·0	1. Das zu prüfende Rohrende wird kalt abgeplattet auf 5—10 cm Länge ohne Risse oder Sprünge. 2. Ein Rohrende muß sich kalt krümmen lassen, bis der Krümmungsradius, innen gemessen, gleich ist dem doppelten äußeren Rohrdurchmesser, ohne Risse, Sprünge etc.
—	—
nge von 200 mm muß sich absodann ganz biegen lassen, ohne Risse zu zeigen	—
—	Während einer Minute $P = 770 \cdot \frac{e}{d}$ P = Anzahl der Atmosphären Druck e = Stärke, d = Durchmesser in mm

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

VIII 4

ÜBER EINEN NEUEN SPIEGELAPPARAT ZU ELASTIZITÄTSMESSUNGEN.

Von Prof. **Bernhard Kirsch**, Wien.

Derjenige, welcher viele Elastizitätsmessungen auszuführen hat, wird den Vorteil zu schätzen wissen, der in der bequemen Handhabung des Meßapparates besteht. Der bekannte erste Spiegelapparat Bauschingers, so vortrefflich er arbeitet, ist nun doch in letzter Zeit durch den ausgezeichneten Apparat Martens etwas verdrängt worden, und zwar besonders wegen der Bequemlichkeit der Anbringung des letzteren. Bezüglich der wichtigsten Eigenschaften, nämlich der Genauigkeit der Anzeigen, sowie der Kontrolle des Übersetzungsverhältnisses, stehen beide Apparate auf gleicher Stufe und gelten als ausgezeichnet. Daß ich einen neuen Apparat konstruierte, wurde durch die Erwägung veranlaßt, das Bauschingers Röllchen und Martens Prismen der Abnutzung unterworfen sind und daher beständige Kontrolle fordern. Ich darf für die Teilnehmer des Kopenhagener Kongresses die beiden genannten Apparate wohl als bekannt voraussetzen. Prinzipiell sei nur folgendes erwähnt. Bauschingers Spiegelapparat überträgt (Fig. 1) die kleine elastische Längenänderung auf die Drehung eines Spiegels durch Anliegen einer Stahlschiene S an einem Hartgummiröllchen R, welches durch Reibung gedreht wird. Auf der Achse des Röllchens sitzt der Spiegel. Die Achse des Röllchens wird mit der einen Stabmarke fest verbunden, die Schiene mit der anderen Marke, so daß die relative Verschiebung der Schiene gegen die Röllchenachse gleich der zu messenden Längenänderung ist. Die Dicke des Röllchens muß genau bekannt und in jeder Richtung dieselbe sein.

Digitized by Google

Die Stahlschiene S (Fig. 2) besitzt bei Martens Apparat eine Nut N, in welche sich das Prisma P einlegt. Die Längenänderung, d. h. die Verschiebung der Schiene S, die mit der einen Stabmarke wieder fest verbunden zu denken ist, bewirkt also ein Kippen des Prismas, da dasselbe bei A in der zweiten Stabmarke liegt. Ein auf P seitlich befestigter Spiegel macht die Drehung des P um den Punkt A mit und dient so zur Messung. Hier muß also der Schneidenabstand genau bekannt und auf der ganzen Prismenlänge konstant sein.

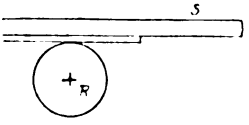


Fig. 1.

Der nach meinen Skizzen von Amsler & Sohn in Schafthausen konstruierte neue Apparat ist im Prinzipe nach Fig. 3 hergestellt.

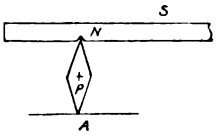


Fig. 2.

Die beiden Schienen S_1 und S_2, von denen die eine auf der ersten, die andere auf der zweiten Stabmarke aufsitzt, verschieben sich zu einander um den Betrag der Stabdehnung. Beide Schienen sind durch ein fest in ihnen eingesetztes Stahlband B_1 B_2 von zirka 0·1 mm Dicke verbunden, so daß die Verschiebung S_1 gegen S_2 eine S-förmige Krümmung des Bandes bewirkt. Auf dem mittleren Teile des Bandes sitzt der Achsenkörper des seitlich angebrachten Spiegels, der mit der Krümmung des Bandes sich dreht, und zwar — wie eine einfache Rechnung erweist — proportional der Verschiebung S_1 gegen S_2.

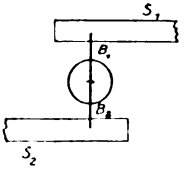


Fig. 3.

Hier sind also keine sich abnutzenden Teile vorhanden und die einmal festgestellte Übersetzung erhält sich. Die Spiegel und Schienen bilden nur ein Stück, daher eine bequeme Anbringung des Ganzen. Die Meßlänge ist im Apparat gegeben, man braucht eine solche gar nicht am Stab aufzureißen. Die Drehung der Spiegel ist etwas größer wie bei den früheren Apparaten.

Das Übersetzungsverhältnis bestimmte ich auf die Art, daß in einer Teilmaschine ein Stabbruchstück auf dem beweglichen Tisch, das andere Bruchstück am Gestell der Maschine befestigt wurde. Über die Bruchstücke hinweg wurde der Apparat an den Stabteilen montiert wie zu einer Dehnungsmessung (Fig. 4). Die

Digitized by Google

Tischverschiebung wurde mit Mikroskop über einem geeichten Maßstab bestimmt und hierzu die Angabe des Spiegelapparates direkt erhoben. Diese Methode der Kontrolle ist genauer wie jede

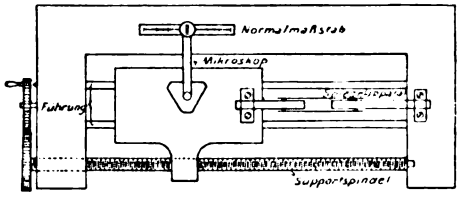


Fig. 4.

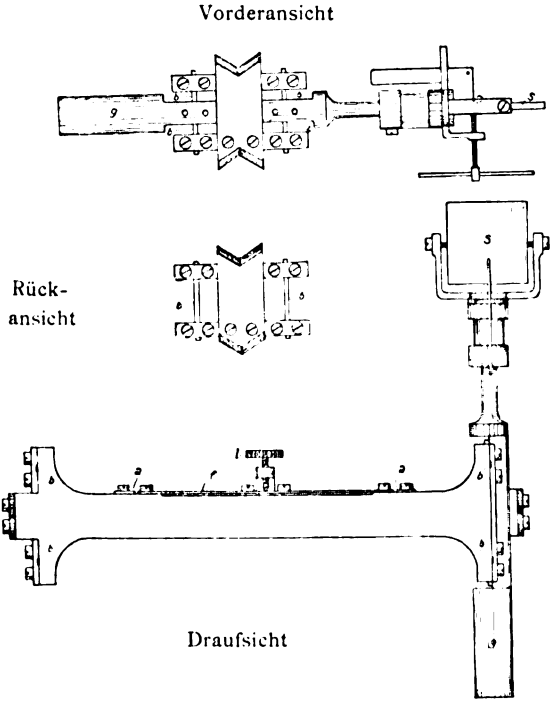


Fig. 5.

andere. Der Apparat ist in Fig. 5 im Maßstabe 2 : 3 dargestellt. Die wichtigsten Teile, nämlich die sich S-förmig biegenden Federn, sind mit *b* bezeichnet, *S* ist der Spiegel, *G* sein Gegengewicht.

Digitized by Google

Bei *a* finden sich Anschläge, um eine zu große Verbiegung auszuschließen. Durch Aufsetzen der Schraube *l* werden die Federn *b* schwach gespannt und gegen Verbiegung gesichert. In diesem Zustande befindet sich der Apparat bis zum Beginn der Messung, und es darf die Schraube *l* möglichst nur während der Messung zurückgezogen sein. Der Apparat hat sich bei der Arbeit glänzend bewährt. Eingehender ist der Apparat behandelt in der „Österr. Wochenschrift f. d. öffentl. Baudienst", Heft 51, 1908.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

VIII 6

VEREINHEITLICHUNG DER PRÜFUNGSVERFAHREN FÜR DAMPF-, GAS- UND WASSERROHRE AUS SCHMIEDBAREM EISEN.

Von **A. C. Karsten,** Kopenhagen.

Auf dem zu Brüssel im Jahre 1906 tagenden Kongreß machte Herr Professor Hannover, Direktor der hiesigen Staatsprüfungsanstalt, Mitteilung über einige sehr umfassende, mit schmiedeisernen Dampf-, Gas- und Wasserrohren angestellte Versuche, welche auf Veranlassung des dänischen Ingenieur-Vereines von der hiesigen Staatsprüfungsanstalt ausgeführt worden waren, und teilte zugleich die Normen für Lieferung derjenigen Rohre mit, welche hauptsächlich auf Grund der obenerwähnten Versuche vom dänischen Ingenieur-Verein genehmigt wurden (siehe Bericht C 3 des Kongresses). Seit der Zeit sind nach diesen Normen eine Reihe von Versuchen mit Rohren von verschiedenen Rohrlieferungen vorgenommen worden. Die Ergebnisse dieser späteren Versuche bis 1. August 1909 sind in nachstehender Tabelle I und II zusammengestellt, und zwar umfaßt I Dampfrohre, II Gas- und Wasserrohre.

Sämtliche zur selben Lieferung gehörende Rohre sind innerhalb zwei horizontaler Linien angegeben, und sind die Versuche mit Rohre, die den Normen nicht entsprachen, mit einem Stern bezeichnet.

Bei den Versuchen wurde eine Prüfung auf inneren Druck nicht vorgenommen, weil es durch frühere Versuche festgestellt worden war, daß sämtliche Rohre, welche einer Biegeprobe

Digitized by Google

Genüge leisten, einem weit höheren inneren Druck widerstehen können, als es die Bedingungen erfordern.

Aus der Tabelle I und II ist zu ersehen, daß im ganzen 49 Dampfrohre und 33 Gas- und Wasserrohre geprüft worden sind. Mit Dampfrohre sind 80 Zugproben und 66 Biegeproben, mit Gas- und Wasserrohren 62 Zugproben und 46 Biegeproben vorgenommen worden. Unter den geprüften Rohren waren 9 Stück Dampfrohre und 6 Stück Gas- und Wasserrohre vorhanden, welche nach den Normen nicht als durchaus befriedigend zu bezeichnen sind, aber nur 4 bezw. 3 Stück, welche grobe Fehler aufwiesen.

Zum Verständnis dieser guten Ergebnisse muß jedoch erwähnt werden, daß die Lieferungen, aus welchen die Proberohre entnommen wurden, nach den aufgestellten Normen geliefert werden sollten, sowie daß die Rohrlieferanten sich sicherlich bemüht haben, diese Rohre von den besten Werken zu beziehen; aber auch die Ergebnisse zeigen, daß es möglich ist, bei ganz gewöhnlichen Lieferungen von den bestehenden Werken Rohre zu erhalten, welche den Normen entsprechen, wogegen Versuche mit Rohren von anderen, weniger guten Werken wohl kaum instande sein würden, so gute Ergebnisse aufzuweisen.

Infolge der im verflossenen Zeitraum gewonnenen Erfahrungen hat ein vom dänischen Ingenieur-Verein gewählter Ausschuß, dessen Präsident zu sein ich die Ehre habe, einen Vorschlag zur Revision der jetzt geltenden Bedingungen ausgearbeitet.

Der Wortlaut dieses Vorschlages ist folgender:

Lieferungs-Bedingungen für schmiedeiserne Rohre für Dampf-, Gas- und Wasserleitungen.

§ 1. Die Rohre sollen möglichst gerade, rund, rostfrei und ohne sichtbare Fehler sein.

Der äußere Durchmesser der Rohre soll für leichte und schwere Rohre annähernd derselbe sein, damit dieselben Verbindungsstücke für beide Arten von Rohren Verwendung finden können, ohne daß diese tiefer geschnitten werden müssen, als für den Reinschnitt erforderlich ist.

Alle Gewinde sollen reingeschnitten und von angemessener Länge sein. Es ist empfehlenswert, das Gewinde mittelst einer

Digitized by Google

Muffe zu schützen. Falls nichts anderes vorgeschrieben, soll das Gewinde gleich dem deutschen Normalrohrgewinde geschnitten sein*).

Der Lieferant ist über Aufforderung verpflichtet, mitzuteilen, von welcher Fabrik die Rohre geliefert sind.

§ 2. Das Gewicht der Rohre ohne Verbindungsstücke soll mindestens das in nachstehender Tabelle angegebene betragen.

Nomin. innerer Durchm. engl. Zoll	Entsprechend äußerer Durchmesser mm	Leichte Rohre		Schwere Rohre	
		Gewicht per 100 m in kg	Entsprechend innerer Durchmesser mm	Gewicht per 100 m in kg	Entsprechend innerer Durchmesser mm
3/8	16·5	79	12·0	100	10·5
1/2	20·5	119	15·0	146	13·5
3/4	26·5	160	21·0	209	19·0
1	33·0	237	26·5	300	24·5
1 1/4	42·0	330	35·0	413	33·0
1 1/2	48·0	406	40·5	505	38·5
1 3/4	52·0	470	44·0	576	42·0
2	59·0	539	51·0	662	49·0
2 1/4	70·0	646	62·0	790	60·0
2 1/2	76·0	705	68·0	870	66 0
3	89·0	883	80·5	1078	78·5
3 1/2	101·5	1141	92·0	1400	89·5
4	114·0	1340	104·0	1588	102·0

Der Empfänger ist berechtigt, jedes Rohr, dessen Gewicht über 5 v. H. weniger als in der Tabelle angegeben, beträgt, als nicht annehmbar zurückzuweisen.

Der Empfänger ist berechtigt, die Rohre auf einen inneren Druck von 20 Atm. zu prüfen; die Rohre sind mit Wasser zu füllen und der Druck mittelst einer Druckpumpe herzustellen, während das Rohr gleichzeitig einem leichten Klopfen mit einem 1/2 bis 1 kg schweren Hammer ausgesetzt wird. Rohre, welche bei einer derartig vorgenommenen Prüfung Risse oder Undichtheiten ausweisen, ist der Empfänger berechtigt, als nicht annehmbar zurückzuweisen.

§ 3. Werden patentgeschweißte Rohre verlangt, so gilt dieses für 2" Rohre und darüber. Bei Lieferung von patent-

*) Siehe „Hütte" von 1908, I, pag. 668.

Digitized by Google

Genüge leisten, einem weit höheren inneren Druck widerstehen können, als es die Bedingungen erfordern.

Aus der Tabelle I und II ist zu ersehen, daß im ganzen 49 Dampfrohre und 33 Gas- und Wasserrohre geprüft worden sind. Mit Dampfrohre sind 80 Zugproben und 66 Biegeproben, mit Gas- und Wasserrohren 62 Zugproben und 46 Biegeproben vorgenommen worden. Unter den geprüften Rohren waren 9 Stück Dampfrohre und 6 Stück Gas- und Wasserrohre vorhanden, welche nach den Normen nicht als durchaus befriedigend zu bezeichnen sind, aber nur 4 bezw. 3 Stück, welche grobe Fehler aufwiesen.

Zum Verständnis dieser guten Ergebnisse muß jedoch erwähnt werden, daß die Lieferungen, aus welchen die Proberohre entnommen wurden, nach den aufgestellten Normen geliefert werden sollten, sowie daß die Rohrlieferanten sich sicherlich bemüht haben, diese Rohre von den besten Werken zu beziehen; aber auch die Ergebnisse zeigen, daß es möglich ist, bei ganz gewöhnlichen Lieferungen von den bestehenden Werken Rohre zu erhalten, welche den Normen entsprechen, wogegen Versuche mit Rohren von anderen, weniger guten Werken wohl kaum instande sein würden, so gute Ergebnisse aufzuweisen.

Infolge der im verflossenen Zeitraum gewonnenen Erfahrungen hat ein vom dänischen Ingenieur-Verein gewählter Ausschuß, dessen Präsident zu sein ich die Ehre habe, einen Vorschlag zur Revision der jetzt geltenden Bedingungen ausgearbeitet.

Der Wortlaut dieses Vorschlages ist folgender:

Lieferungs-Bedingungen für schmiedeiserne Rohre für Dampf-, Gas- und Wasserleitungen.

§ 1. Die Rohre sollen möglichst gerade, rund, rostfrei und ohne sichtbare Fehler sein.

Der äußere Durchmesser der Rohre soll für leichte und schwere Rohre annähernd derselbe sein, damit dieselben Verbindungsstücke für beide Arten von Rohren Verwendung finden können, ohne daß diese tiefer geschnitten werden müssen, als für den Reinschnitt erforderlich ist.

Alle Gewinde sollen reingeschnitten und von angemessener Länge sein. Es ist empfehlenswert, das Gewinde mittelst einer

Digitized by Google

Muffe zu schützen. Falls nichts anderes vorgeschrieben, soll das Gewinde gleich dem deutschen Normalrohrgewinde geschnitten sein*).

Der Lieferant ist über Aufforderung verpflichtet, mitzuteilen, von welcher Fabrik die Rohre geliefert sind.

§ 2. Das Gewicht der Rohre ohne Verbindungsstücke soll mindestens das in nachstehender Tabelle angegebene betragen.

Nomin. innerer Durchm. engl. Zoll	Entsprechend äußerer Durchmesser mm	Leichte Rohre		Schwere Rohre	
		Gewicht per 100 m in kg	Entsprechend innerer Durchmesser mm	Gewicht per 100 m in kg	Entsprechend innerer Durchmesser mm
3/8	16·5	79	12·0	100	10·5
1/2	20·5	119	15·0	146	13·5
3/4	26·5	160	21·0	209	19·0
1	33·0	237	26·5	300	24·5
1 1/4	42·0	330	35·0	413	33·0
1 1/2	48·0	406	40·5	505	38·5
1 3/4	52·0	470	44·0	576	42·0
2	59·0	539	51·0	662	49·0
2 1/4	70·0	646	62·0	790	60·0
2 1/2	76·0	705	68·0	870	66 0
3	89·0	883	80·5	1078	78·5
3 1/2	101·5	1141	92·0	1400	89·5
4	114·0	1340	104·0	1588	102·0

Der Empfänger ist berechtigt, jedes Rohr, dessen Gewicht über 5 v. H. weniger als in der Tabelle angegeben, beträgt, als nicht annehmbar zurückzuweisen.

Der Empfänger ist berechtigt, die Rohre auf einen inneren Druck von 20 Atm. zu prüfen; die Rohre sind mit Wasser zu füllen und der Druck mittelst einer Druckpumpe herzustellen, während das Rohr gleichzeitig einem leichten Klopfen mit einem 1/2 bis 1 kg schweren Hammer ausgesetzt wird. Rohre, welche bei einer derartig vorgenommenen Prüfung Risse oder Undichtheiten ausweisen, ist der Empfänger berechtigt, als nicht annehmbar zurückzuweisen.

§ 3. Werden patentgeschweißte Rohre verlangt, so gilt dieses für 2" Rohre und darüber. Bei Lieferung von patent-

*) Siehe „Hütte" von 1908, I, pag. 668.

Digitized by Google

geschweißten Rohren ist der Empfänger berechtigt, zu fordern, daß nach vorgenommener Ätzprobe keine stumpfgeschweißte Fuge nachzuweisen ist. Werden nahtlose Rohre verlangt, so kann der Empfänger fordern, daß nach erfolgter Ätzprobe keine Schweißfuge nachweisbar ist.

§ 4. Die Rohre sind aus weichem, zähem Material herzustellen. Zum Nachweis hiefür soll das Material einer Prüfung auf Zug und die Rohre einer Prüfung auf Biegung unterzogen werden.

a) Die Prüfung auf Zug wird für $1^1/_4$" Rohre und darüber mit Streifen, die parallel zur Längsrichtung entnommen sind, ausgeführt. Die Streifen sollen bei einer Länge von 220 mm eine Breite von 30 mm haben und mit einem allmählichen Übergang nach den 35 mm breiten und 115 mm langen Köpfen versehen sein.

Bei dunkler Rotglühhitze sind dieselben mit einem hölzernen Hammer auszurichten. Jedem zu prüfenden Rohre werden zwei Streifen entnommen, und zwar einer aus der Mitte und einer vom Ende des Rohres. Die Streifen sollen keine Schweißfuge enthalten.

Bei Rohren unter $1^1/_4$" ist die Prüfung auf Zug mit 450 mm langen Rohrstücken, deren Enden mit Stöpseln geschlossen sind, vorzunehmen.

Bei diesen Proben soll das Material eine Bruchgrenze von mindestens 33 kg per mm² mit 12 v. H. Dehnung bei 200 mm Meßlänge ausweisen.

b) Die Biegeprobe soll im kalten Zustande mit Rohrstücken, die mit feinem Sande gefüllt und an den beiden Enden mit hölzernen Stöpseln geschlossen sind, ausgeführt werden. Die Rohrstücke sind über Klötze mit nachstehend angegebenen Krümmungsradien zu biegen:

Für Dampfrohre: Krümmungsradius des Klotzes = 3 mal dem nominellen inneren Durchmesser des Rohres.

Für Gas- und Wasserrohre: Krümmungsradius des Klotzes = 4 mal dem nominellen inneren Durchmesser des Rohres.

2" Rohre sollen die Biegung in einem Winkel von 120° ertragen können, kleinere Rohre dagegen 90°, ohne daß eine Verletzung des Rohres sichtbar wird.

Während der Prüfung soll bei geschweißten Rohren die Schweißfuge möglichst seitlich nach außen liegen, d. h. möglichst

Digitized by Google

weit von der Ebene entfernt, welche die Achse des Rohres und die Biegungsrichtung enthält.

Sämtliche Proberohre sind von dem Empfänger der Lieferung zu entnehmen.

§ 5. Falls der Empfänger die Rohre nach den Bestimmungen der §§ 3 und 4 einer Prüfung zu unterwerfen wünscht, ist er berechtigt, die Anzahl der zu prüfenden Rohre selbst zu bestimmen. Im Falle, daß mindestens 90 v. H. der geprüften Rohre einer jeden Rohrdimension die in den §§ 3 und 4 enthaltenen Bedingungen erfüllen, sind sämtliche Rohre als vertragsmäßig anzusehen.

Bei den Rohrdimensionen, wo dies nicht der Fall sein sollte, werden zur weiteren Probe 2 v. H. der Rohre der betreffenden Rohrdimension entnommen, jedoch nicht weniger als 5 Stück und in nicht geringerer Anzahl als in der der ursprünglich geprüften Rohre. Falls nicht mindestens 90 v. H. von den derartig entnommenen Rohren die Bedingungen erfüllen, sind alle Rohre der betreffenden Dimension als nicht annehmbar anzusehen.

Die erste Probe — einschließlich des Wertes der geprüften Rohre — wird von dem Empfänger bezahlt. Werden weitere Proben vorgenommen, so werden diese von dem Lieferanten bezahlt und erhält derselbe keine Vergütung für die bei diesen Proben verbrauchten Rohre.

Diese neuen Normen unterscheiden sich von den früher aufgestellten eigentlich nur durch eine unbedeutende Änderung in der Gewichtsbestimmung, sowie durch eine dem § 5 eingefügte Bestimmung, die Anzahl der Prüfungsrohre betreffend, etc.

Die oberwähnten Proben der Tabelle E umfassen nicht Gewichtsbestimmungen.

Wie aus nachstehender graphischen Tafel über Gewichtangabe der zur Zeit gebräuchlichsten deutschen Rohre zu ersehen ist, stehen diese Gewichte nicht im Verhältnis zu den Rohrdimensionen; bei den für die Normen in Vorschlag gebrachten Gewichten ist man bemüht gewesen, ein derartig gleichmäßiges Verhältnis zu erzielen und mit demselben äußeren Durchmesser, welcher von verschiedenen deutschen Ingenieurvereinen vorgeschlagen ist (siehe „Hütte“ 1908—I, pag. 668). Der dänische Ingenieur-Verein hat rücksichtlich der Dauerhaftigkeit von besonders stark ausgesetzten Rohr-

Digitized by Google

Gewichtstabelle, schmiedeiserne schwere Röhren.

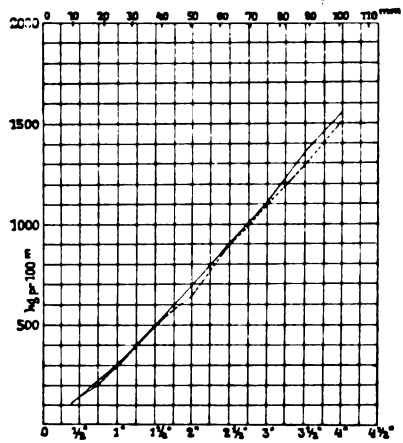


Fig. 1.

..... Die jetzt üblichen Rohrgewichte.
—— Die in den Normen vorgeschlagenen Rohrgewichte.

Gewichtstabelle, schmiedeiserne leichte Röhren.

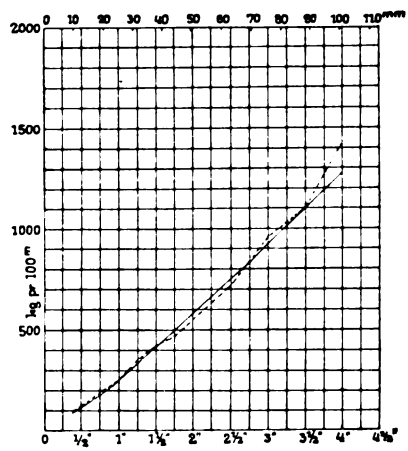


Fig. 2.

..... Die jetzt üblichen Rohrgewichte.
—— Die in den Normen vorgeschlagenen Rohrgewichte.

Digitized by Google

leitungen auch eine Gewichtstabelle für die sogenannten schweren Rohre aufgestellt.

Es wird daher dem Kongresse der Antrag gestellt, diese Normen nach erfolgter Beratung und nach eventuellen Änderungen als internationale anzuerkennen; sollte der Kongreß das vorliegende Material als nicht genügend ansehen, so wolle der Kongreß das Material in einer internationalen Kommission weiter bearbeiten und neue Bedingungen aufstellen lassen.

Digitized by Google

Prüfungsergebnisse schmied-

Probe-Nr.	Streckgrenze: Rohrweite in engl. Zoll	Bezeichnung der Rohrstücke	Wandstärke in mm	Äußerer Durchm. od. Breite in mm	Querschnittsfläche in mm²	Totalbelastung in kg	Belastung in kg/mm²
5784	1	R.	4·3	33·9	399·9	undeutlich	—
5785	1	R.	4·4	33·8	406·4	9263	22·8
5786	1 1/2	—	4·5	30·1	135·5	undeutlich	—
*)5787	1 1/2	—	4·6	30·0	138·0	—	—
*)5788	2	—	5·2	30·1	156·5	—	—
5789	2	—	5·1	30·1	153·5	3888	25·3
*)5790	3	—	5·3	30·0	159·0	4400	27·7
5791	3	—	5·3	30·0	159 0	4610	29·0
5792	4	—	5·5	30·1	165·6	4113	24·8
5793	4	—	5·6	30·1	168·6	4030	23·9
5794	6	—	6·3	30·0	189·0	c. 4500	c. 23·8
5795	6	—	6·4	30·0	192·0	4350	22·7
6571	2	E.	3·9	29 9	116·6	3675	31·5
6572	2	M.	3·9	29·9	116.6	4138	35·5
6573	2	E.	4·1	29·9	122·6	4000	32·6
6574	2	M.	3·9	29·9	116·6	4110	35·2
6575	1	R. E.	3 4	32·6	311·9	10050	32·2
6576	1	R. M.	3·4	32·6	311·9	10310	33·1
6577	1	R E.	3·6	33·3	335·9	12315	36·7
6578	1	R. M.	3·6	33·2	334·8	11835	35·3
5764	2	—	4·8	30·0	144·0	undeutlich	—
5765	2 1/2	—	5·5	30·0	165·0	4758	28·8
5913	1 1/4	E.	4·3	30·0	129·0	undeutlich	—
5914	1 1/4	M.	4·5	30·0	135·0	—	—
5915	2	—	4·9	30·0	147·0	3163	21·5
*)5916	2 1/2	E.	5·0	30·0	150·0	3213	21·4
5917	2 1/2	M.	5·0	30·0	150 0	3180	21·2
5918	1 1/2	E.	4·5	30·0	135·0	undeutlich	—
5919	1 1/2	M.	4·7	30·0	141·0	—	—
6175	3/4	R. E.	3·5	26·7	255·1	—	—
6174	3/4	R. M.	3·5	26·7	255·1	—	—
6176	3/4	R. E.	3·3	26·6	241·5	—	—
6177	3/4	R. M.	3·3	26·6	241·5	—	—
6198	2	E.	4·9	29·9	146·5	3953	27·0
6199	2	M.	4·9	29·9	146·5	4508	30·8
6200	2	E.	4·7	29·7	139·6	undeutlich	—
6201	2	M.	4·7	29·9	140·5	—	—
6190	3	E.	5·1	30·0	153·0	3868	25·3
6191	3	M.	4·5	30·0	135·0	3405	25·2

*) Prüfung nicht bestanden.

R. = Geprüftes Rohrstück.

Digitized by Google

eiserner Dampfrohre. Tabelle I.

Bruchgrenze			Bemerkungen	Biegeprobe
Total-belastung in kg	Be-lastung in kg/mm²	Dehnung in %		
13683	34·2	18·8	—	Bestanden
14708	36·2	25·0	—	„
5050	37·3	16·2	—	„
4783	34·7	9·0	Probestück b. Ausrichten zerrissen	Querüber zerrissen
5453	34·8	7·8	„	Bestanden
5605	36·5	14·0	—	„
5760	36·2	9·9	—	—
6195	39·0	15·0	—	—
6110	36·9	13·4	—	—
5998	35·6	15·8	—	—
6575	34·8	18·9	—	—
6420	33·4	—	—	—
5083	43·6	16·2	—	Bestanden
5340	45·8	15·0	—	„
5190	42·3	20·5	—	„
5090	43 7	16·9	—	„
13025	41·8	25·8	—	„
12895	41·3	26·0	—	„
16140	48·1	22·4	—	„
15200	45·4	23·9	—	„
5335	37·0	21·5	—	Bestanden
6000	36·4	25·5	—	„
4575	35·5	21·5	—	Bestanden
4865	36·0	20 3	—	„
4935	33·6	23·3	—	„
4783	31·9	19 7	—	„
4965	33·1	20·5	—	„
4600	34·1	23·7	—	„
4920	34·9	21·5	—	„
9088	35·6	25·4	—	Bestanden
8853	34·7	24·3	—	—
9545	39·5	27·3	—	Bestanden
9563	39·6	27·7	—	—
6340	43·3	26·9	—	Bestanden
6413	43·8	22·2	—	—
5480	39·3	24·3	—	Bestanden
5568	39·6	25·7	—	—
5515	36·0	17·5	—	—
5065	37·5	19·2	—	—

E. u. M. = Geprüftes Rohrstück oder Streifen, bezw. dem Rohre entnommen vom Rohrende innerhalb des Gewindes oder aus der Mitte des Rohres.

Digitized by Google

Purobe-Nr.	Streckgrenze						
	Rohrweite in engl. Zoll	Bezeichnung der Rohrstücke	Wandstärke in mm	Äußerer Durchm. od. Breite in mm	Querschnittsfläche in mm²	Totalbelastung in kg	Belastung in kg/mm²
6192	3	E.	4·7	29·9	140·5	3448	24·5
*)6193	3	M.	4·9	29·9	146·5	3508	23·9
7020	3/4	R. E.	2·9	26·6	215·9	—	—
7021	3/4	R. M.	3·0	26·6	222·4	—	—
7022	3/4	R. E.	3·0	26·3	219·6	—	—
7023	3/4	R. M.	3·0	26·2	218·6	—	—
7024	1 1/4	E.	3·7	30·0	111·0	—	—
7025	1 1/4	M.	3·8	30·0	114·0	—	—
7026	1 1/4	E.	3·6	30·0	108·0	—	—
7027	1 1/4	M.	3·7	30·1	111·4	—	—
7028	3/4	R. E.	3·7	26·4	263·9	—	—
7029	3/4	R. M.	3·7	26·4	263·9	—	—
7030	3/4	R. E.	3·5	26·5	252·9	—	—
7031	3/4	R. M.	3.6	26·5	258·9	—	—
7032	1 1/4	E.	4·4	30·1	132·4	—	—
7033	1 1/4	M.	4·4	30·1	132·4	—	—
7034	1 1/4	E.	4·5	30·1	135·5	—	—
7035	1 1/4	M.	4·5	30·1	135·5	—	—
7036	2	E.	5·1	30·1	153·5	—	—
7037	2	M.	5·0	30·1	150·5	—	—
7038	2	E.	4·4	30·2	132 9	—	—
7039	2	M.	4·4	30·1	132·4	—	—
7183	2	—	5·0	30·0	150·0	—	—
7184	2 1/2	—	5·2	30·0	156·0	—	—
7185	3	—	5·2	30·0	156·0	—	—
*)8258	2	E.	3·6	29·9	107.6	c. 2380	c. 22·1
*)8259	2	M.	3·8	29·9	109·6	2874	26·2
8260	1 3/4	E.	3·9	29·8	116·2	c. 2760	c. 23·8
8261	1 3/4	M.	4·0	29·8	119·2	c. 2780	c. 23·3
8262	1 1/2	E.	3·8	29 6	112·5	2690	23·9
8263	1 1/2	M.	4·0	29·8	119·2	2824	23·7
*)8264	1 1/4	E.	3·6	29·9	107·6	2365	22·0
8265	1 1/4	M.	3·7	29·7	109 9	2518	22·9
8266	1	R. E.	3·2	33·2	301·6	8090	26·8
8267	1	R. M,	3·2	33·2	301·6	8115	26·9
8268	3/4	R. E.	2·8	26·7	210·2	5340	25·4
8269	3/4	R. M.	2·8	26·7	210·2	5380	25·6
*)8270	1/2	R. E.	2·5	20 7	142·9	4090	28·6
8271	1/2	R. M.	2·5	20·8	143·7	4145	28·8
*)8272	3/8	R. E.	2·7	17·0	121·3	3390	27 9
8273	3/8	R. M.	2·7	16·9	120·4	3400	28·2

*) Prüfung nicht bestanden.

R. = Geprüftes Rohrstück.

Digitized by Google

Bruchgrenze			Bemerkungen	Biegeprobe
Total-belastung in kg	Be-lastung in kg/mm²	Dehnung in %		
4700	33·5	14·2	—	—
4613	31·5	11·7	—	—
7675	35·5	16·8	—	Bestanden
7750	34·9	22·2	—	"
8375	38·1	23·8	—	"
8110	37·1	26·9	—	"
3975	35·8	17·2	—	"
4165	36·5	19·7	—	"
3705	34·3	14·9	—	"
4010	36·0	22·7	—	"
8730	33·1	23·7	—	"
8950	33·9	19·7	—	"
8645	34·2	26·3	—	"
8950	34.6	28 3	—	"
4910	37·1	16·7	—	"
5020	37·9	14·2	—	"
4480	33·1	16·2	—	"
4788	35·3	18·9	—	"
5320	34·7	17·8	—	"
5240	34·8	17·8	—	"
4400	33·1	21·5	—	"
4405	33·3	12·2	—	"
5680	37·9	23·9	—	Bestanden
5575	34 4	13·7	—	"
5563	35·7	23·0	—	"
3655	34·0	14·3	—	Querüber zerrissen
4011	36·9	18·0	Gebog. üb. Klotz 4×innere Durchm.	Unbedeutender Querriß
4023	34·6	14·4	—	Bestanden
4213	35·3	22·2	—	"
4025	35·8	16·3	—	"
4288	36·0	23·0	—	"
3484	32·4	12·2	—	"
3846	35·0	18·0	—	"
1390	37·8	14·8	—	"
1510	38 2	16·4	—	"
7620	36·3	22·3	—	"
7800	37·1	15·9	—	"
5040	35·3	7·8	—	"
5020	34·9	—	Bruch außerhalb der Prüfungsstrecke	"
4718	38 9	17·3	—	Unbedeutender Querriß
4626	38 4	12·2	—	Bestanden

E. u. M. = Geprüftes Rohrstück oder Streifen, bezw. dem Rohre entnommen vom Rohrende innerhalb des Gewindes oder aus der Mitte des Rohres.

Digitized by Google

Prüfungsergebnisse schmied-

Probe-Nr.	Streckgrenze						
	Rohrweite in engl. Zoll	Bezeichnung der Rohrstücke	Wandstärke in mm	Äußerer Durchm. od. Breite in mm	Querschnittsfläche in mm²	Totalbelastung in kg	Belastung in kg/mm²
4893	1/2	R. E.	3·5	20·6	188·0	5063	26·9
4894	1/2	R. M.	3·6	21·0	196·8	5180	26·3
4895	3/4	R. E.	4·1	26·4	287·2	c. 6000	c. 20·9
4896	3/4	R. M.	4·1	26 6	289·8	6780	23·4
4897	1	R. E.	4·3	33·4	393 1	8550	21·8
4898	1	R. M.	4·3	33·3	391·7	8835	22·6
*)4899	1 1/4	E.	4·5	30·0	135·0	2900	21·5
4900	1 1/4	M.	4·5	30·0	135·0	3280	24·3
*)4901	1 1/2	E.	5·3	30·0	159·0	3950	24·8
*)4902	1 1/2	M.	5·1	30·0	153·0	c. 3950	25·8
4903	2	E.	5·5	30·0	165·0	4088	24·8
4904	2	M.	5·8	30·0	174 0	4310	24·8
*)4983	1 1/4	E.	3·5	30·0	105·0	2088	19·9
4989	1 1/4	M.	3·5	29·9	104·7	2313	22·1
4990	1 1/4	E.	3·7	30 0	111 0	undeutlich	—
4991	1 1/4	M.	3·6	30·1	108·4	—	—
4992	1 1/2	E.	3·6	30·1	108·4	—	—
4993	1 1/2	M.	3·8	30·1	114·4	2618	22 9
4994	1 1/2	E.	4·0	30·1	120·4	2688	22·3
4995	1 1/2	M.	4·0	30·0	120·0	undeutlich	—
4996	2	E.	4·3	30 1	129·4	c. 2850	c. 22·0
4997	2	M.	3·9	30·0	117·0	2925	25·0
4998	2	E.	4·3	30·0	129·0	undeutlich	—
4999	2	M.	4·3	30·1	129·4	—	—
*)5072	3/4	R. E.	3 9	26 0	270·7	5333	19·7
*)5073	3/4	R. M.	3·9	26·3	274·5	5125	18·7
5074	1 1/4	E.	4·0	30 0	120·0	c. 2800	c. 23·3
5075	1 1/4	M.	4·0	30 0	120·0	undeutlich	—
5076	2	E.	4·0	30·0	120·0	c. 2838	c. 23·7
5077	2	M.	4·5	30·0	135·0	c. 2958	21·9
6234	3/4	R.	3·6	26·7	261·3	undeutlich	—

*) Prüfung nicht bestanden

R. = Geprüftes Rohrstück.

Digitized by Google

eiserner Gas -u. Wasserrohre. Tabelle II.

Bruchgrenze			Bemerkungen	Biegeprobe
Totalbelastung in kg	Belastung in kg/mm²	Dehnung in %		
7403	39·4	16·7	—	Bestanden
7495	38·1	16·3	—	"
10613	37·0	23·7	—	"
10370	35·8	21·8	—	"
13488	34·3	16·2	—	"
14248	36·4	23·5	—	"
4050	30·0	—	Bruch außerhalb der Prüfungsstrecke	Querüber zerrissen
4638	34·4	18·2	Durchgehend. Riß am einen Kopfende	Bestanden
5288	33·3	10·8	Mehrere Risse	Schweißfuge wenig geöffnet
5378	35·2	12·5	Risse an den Kopfenden	Schweißfuge stark geöffnet
5788	35·1	15·9	"	Bestanden
5898	33·9	14·7	—	"
3293	31·3	22·0	—	Bestanden
3525	33·7	22·4	—	"
3815	34·4	20·3	—	"
3750	34·6	21·5	—	"
3680	33·9	15·0	—	"
3728	32·6	18·3	—	"
3893	32·3	22·5	—	"
3940	32·8	21·4	—	"
4480	34·6	18·3	—	"
4215	36·0	20·7	—	"
4418	34·2	22·3	—	"
4453	34·4	19·8	—	"
8665	32·0	27·9	—	Bestanden
8573	31·2	25·0	—	"
4338	36·2	22·5	—	"
4245	35·4	17·0	—	"
4035	33·6	17·8	—	"
4523	33·5	18·5	—	"
9308	35·6	12·3	—	Bestanden

E. u. M. = Geprüftes Rohrstück oder Streifen, bezw. dem Rohre entnommen vom Rohrende innerhalb des Gewindes oder aus der Mitte des Rohres.

Digitized by Google

Probe-Nr.	Streckgrenze						
	Rohrweite in engl. Zoll	Bezeichnung der Rohrstücke	Wandstärke in mm	Äußerer Durchm. od. Breite in mm	Querschnittsfläche in mm²	Totalbelastung in kg	Belastung in kg/mm²
*) 6235	3/4	R.	3·4	25·6	237·1	6018	25·4
6236	1	R.	3·7	32·9	339·4	8990	26·5
6237	1	R.	3·6	33·0	332·5	c. 9500	28·6
6179	3/4	R. E.	2·7	26·5	201·8	undeutlich	—
6178	3/4	R. M.	2·7	26·5	201·8	5618	27·8
6180	3/4	R. E.	2·7	26·5	201·8	undeutlich	—
6181	3/4	R. M.	2·7	26·5	201·8	—	—
6182	1	R. E.	3·6	32·7	329·1	7528	22·9
6183	1	R. M.	3·6	32·7	329·1	7590	23·1
6185	1	R. E.	3·4	32·7	312·9	7375	23·6
6184	1	R. M.	3·4	32·7	312·9	7413	23·7
6210	1 1/4	E.	3·8	29·9	113·6	2675	23·5
6211	1 1/4	M.	3·8	29·9	113·6	2645	23·3
6212	1 1/4	E.	4·0	29·9	119·6	2675	22·4
6213	1 1/4	M.	3·7	29·9	110·6	2623	23·7
6206	1 1/2	E.	4·5	29·9	134·6	3180	23·6
6207	1 1/2	M.	3·9	29·9	116·6	2700	23·2
6208	1 1/2	E.	3·9	29·9	116·6	2888	24·8
6209	1 1/2	M.	3·9	29·9	116·6	2875	24·7
6194	2	E.	4·5	29·9	134·6	4435	32·9
6195	2	M.	4·4	29·9	131·6	undeutlich	—
6196	2	E.	4·3	29·9	128·6	3525	27·4
6197	2	M.	3·6	29·9	107·6	3033	28·2
*) 6202	2 1/2	E.	4·1	29·8	122·2	3175	26·0
*) 6203	2 1/2	M.	4·4	29·9	131·6	3345	25·4
6204	2 1/2	E.	4·2	29·9	125·6	2983	23·8
6205	2 1/2	M.	4·2	29·8	125·6	2795	22·3
6186	3	E.	4·1	30·0	123·0	2660	21·6
6187	3	M.	4·1	29·9	122·6	2740	22·3
6188	3	E.	4·1	30·0	123 0	3040	24·7
6189	3	M.	4·4	30·0	132·0	3190	24·2

*) Prüfung nicht bestanden.

R. = Geprüftes Rohrstück.

Digitized by Google

Bruchgrenze			Bemerkungen	Biegeprobe
Total-belastung in kg	Be-lastung in kg/mm²	Dehnung in %		
8105	34·2	11·8	—	Bestanden
12863	37 9	17·8	—	"
12175	36·6	13·5	—	-
8135	40·3	21·0	—	Bestanden
8170	40·5	21·2	—	—
7730	38·3	21·3	—	Bestanden
7550	37·4	24·9	—	—
11875	36·1	26·7	—	Bestanden
11700	35·6	30·0	—	—
11348	36·3	17·3	—	Bestanden
11383	36·4	20 5	—	—
4018	35·4	21·7	—	Bestanden
4080	35·9	23 8	—	—
4168	34·9	20·9	—	Bestanden
3960	35·8	19·3	—	—
4670	34·7	23·5	—	Bestanden
4238	36·3	19·2	—	—
4283	36·7	19·0	—	Bestanden
4170	35·8	16 5	—	—
5025	37·3	28·7	—	Bestanden
4613	35·1	22·5	—	—
4633	36·0	26·8	—	Bestanden
4075	37·9	19·2	—	—
4145	33·9	6·8	—	Bestanden
4500	34·2	7·9	—	—
4370	34.8	18·2	—	Bestanden
4373	34·9	17·0	—	—
4098	33·3	19·8	—	—
4150	33·8	17·4	—	—
4515	36·7	22·5	—	—
4895	37·1	18·5	—	—

E. u. M. = Geprüftes Rohrstück oder Streifen, bezw. dem Rohre entnommen vom Rohrende innerhalb des Gewindes oder aus der Mitte des Rohres.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

VIII 7

DIE FUNKEN ALS ERKENNUNGSZEICHEN DER STAHLSORTEN.

Von Oberingenieur **Max Bermann,** Budapest.

Beim Schleifen der Eisenmaterialien mittels Schmirgelscheibe entstehen die Schleiffunken.

Die scharfen Kanten der Schmirgel-Krystalle lösen von der Metalloberfläche, entsprechend ihrer Dimension und ihren Kanten und Schnittwinkeln, sowie dem Drucke an der Berührungsfläche zwischen Metall und Scheibe, verschiedene, jedenfalls sehr kleine Späne mit sehr großer Schnittgeschwindigkeit ab. Die hiebei in Wärme umgewandelte mechanische Arbeit erhitzt den Span bis zur Rotglut.

Der glühende Span wird mit der Umfangsgeschwindigkeit der Schmirgelscheibe fortgeschleudert und bildet den Schleiffunken. Die abgebröckelten Krystalle der Schmirgelscheibe werden auch weggeschleudert; sie sind aber nicht glühend und können daher mit dem Funken nicht verwechselt werden.

Der zurückgelegte Weg des Funkens, von seiner Entstehung bis zu seinem Verschwinden (das Erlöschen ist mit dem Verschwinden gleichbedeutend) bildet eine Lichtlinie, wir wollen sie Funkenstrahl nennen.

Die Länge des Funkenstrahles ist sehr verschieden und hängt von der Größe, also der Masse des Funkens ab.

Größere Funken fliegen weiter, kleinere nur einige Zentimeter oder Millimeter. Die Größe des Funkens hängt hauptsächlich von der Schmirgelkorngröße, der Schnittgeschwindigkeit, der Art des zu schleifenden Metalles und dem Drucke; mit dem das Metall an die Scheibe gepreßt wird, ab. Die Anfangstemperatur der Funken

Digitized by Google

wird in erster Reihe durch die Schnittfähigkeit und Schnittgeschwindigkeit der Schmirgelscheibe, in zweiter Reihe durch die Art der zu schleifenden Eisengattung beeinflußt.

Der Einfluß der Schmirgelscheibe überwiegt jedoch bei weitem den der Eisenqualität.

Betrachten wir einen Funkenstrahl eines weichen Stahles (Schmiedeeisen), und zwar einen der längeren Strahlen, so sehen wir, daß er eine ganz glatte Lichtlinie bildet, deren Ende die Form eines lang gedehnten Tropfens annimmt (die Spitze des Tropfens liegt in der Flugrichtung nach vorne). Diese Tropfenform ist hell- bis weißglühend, und wir finden bei näherer Betrachtung, daß das zugespitzte dunkelrote Ende derselben sich zu einem zweiten, um vieles kleineren Tropfen erweitert. Dort, wo die erste Tropfenform am breitesten, also hellglühendst ist, gliedert sie sich explosionsartig zu einer Stachelbüschel ähnlichen Form. Die stachelähnlichen, spitzigen Verzweigungslinien zeigen sich in der Seitenprojektion gabelartig, in der Flugrichtung hingegen als aus einem sehr hellglänzenden Knotenpunkte explosionsartig hervorschießend und momentan verschwindend.

Fig. 1
Funkengarbe eines harten Carbonstahls.

Diese explosionsartige Erscheinung und Gliederung des Funkenstrahlendes ist bei den verschiedenen Eisengattungen verschieden, also für dieselben charakteristisch.

Wir wollen diese Erscheinung, die charakteristische Form der Gliederung mit dem Namen Funkenbild bezeichnen.

Das Funkenbild des Kohlenstoffstahles ist das Stachelbüschel (Fig. 1).

Bei einem Kohlenstoffgehalt von 0·07—0·08% ist die Anzahl der Stachel 2—3 und diese scheinen an verschiedenen Punkten

Digitized by Google

der hellglänzenden Tropfenform hervorzugehen. Mit wachsendem Gehalt an Kohlenstoff wächst auch die Anzahl der Stachellinien Bei 0·25—0·27% Kohlenstoffgehalt ist die Anzahl der Stachellinien schon sehr dicht und entspringen einem gemeinsamen Punkte der Tropfenform. Bei noch größerem Kohlenstoffgehalt umgeben die Stachellinien in entsprechender Dichte einen entsprechend langen Teil der Tropfenform.

Die Anzahl der Stachellinien im Funkenbilde ist dem Kohlenstoffgehalt der Stahlgattungen proportional, so daß man aus derselben auf letzteren folgern kann.

Das Funkenbild des manganhaltigen Stahles (Fig. 2) ist derart charakteristisch, daß es fast unmöglich ist, es mit dem eines anderen Stahles zu verwechseln. Das Ende der einzelnen Verzweigungslinien ist hier nicht mehr spitzig, sondern zeigt dort eine sekundäre Explosionserscheinung, indem sich wieder um einen gemeinsamen Mittelpunkt ganz kurze Linien blätterartig scharen. Dieses blätterartige Ende der Verzweigungslinien im Funkenbilde charakterisiert den manganhaltigen Stahl. Die Anzahl und Dichte der aus der Tropfenform hervorschießenden primären Verzweigungslinien ist wieder um so bedeutender, je größer der Kohlenstoffgehalt des Stahles ist. Die Ausdehnung und Form der sich verbreitenden Endungen der primären Verzweigungslinien scheint mit dem Gehalt an Mangan in Zusammenhang zu sein.

Fig. 2.
Funkengarbe eines manganreichen Werkzeugstahls.

Beim Tiegelgußstahl hat das Funkenbild eine blütenzweigähnliche Form und sind die einzelnen Verzweigungslinien fliederartig geformt. Dies ermöglicht den Tiegelgußstahl von anderen Arten, z. B. vom Martinstahl durch die Funkenprobe zu unterscheiden.

Digitized by Google

Nicht minder charakteristisch, dabei auffallend leicht zu erkennen ist das Funkenbild des wolframhaltigen Stahles Fig. 3: Die Funkenstrahlen sind dunkelrot gestrichelte Linien, deren Ende gar kein Funkenbild zeigt, wenn die Schmirgelscheibe nicht genügend scharf und der Druck zwischen Scheibe und Stahl gering ist und nur das letzte Strichelchen im Funkenstrahle, das breiter und hellglühender erscheint, deutet auf den Anfang eines Funkenbildes hin.

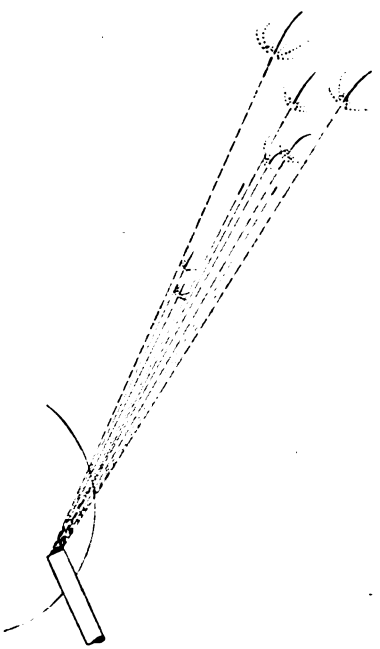


Fig. 3.
Funkengarbe eines wolframreichen Spezialstahls.

Pressen wir den Stahl mit größerem Drucke an die Schmirgelscheibe, so bildet sich am Ende der Funkenstrahlen die Tropfenform, aus der explosionsartig die Zweiglinien hervorschießen. Die Enden dieser Linien sind aber weder spitz- noch blätterartig, sondern stellen Stecknadelköpfen ähnliche, glänzende Kügelchen dar. Die Zweiglinien sind neben den glänzenden Kügelchen kaum sichtbar und das Ganze erscheint so, als ob die glänzenden Kügelchen aus der Tropfenform direkt herausgeschleudert würden.

Die Funkengarbe (die Summe der Funkenstrahlen und Funkenbilder) des Chrom-Wolframstahles (Schnelldrehstahl) unterscheidet sich von der des Wolframstahles dadurch, daß zweierlei Strahlen auftreten: dunkelrote, sehr dünne, und ziegelrote, dickere, die beim Wolframstahle fehlen. Die Funkenbilder des Schnelldrehstahles bestehen bloß aus sehr kurzen, gekrümmten Tropfenformen. Bei manchen Sorten, wie z. B. beim Böhler Rapid, Marke P 11 machen sich außerdem noch vereinzelte, aus einem Mittelpunkte hervorschießende lange nadelförmige Linien mit keulenartigen Enden bemerkbar. Diese dürften wohl irgend eines der Nebenlegierungsmetalle anzeigen, wie solche bei der Fabrikation von Schnelldrehstählen Verwendung finden.

Digitized by Google

Die Tropfenformen der Funkengarbe des Rapidstahles (Fig. 4) haben eine auffallend größere Fluggeschwindigkeit und machen den Eindruck, als ob sie durch eine innere Kraft in der Flugrichtung plötzlich weitergeschleudert würden.

Das Funkenbild des nickelhaltigen Stahles ist mit dem des Kohlenstoffstahles mit entsprechendem Kohlenstoffgehalt bei geringerem Nickelgehalt (3% Ni) vollkommen identisch.

Bei größerem Nickelgehalt (Nickelstahl) kann man aber den Nickelstahl mittels der Funkenprobe sehr leicht erkennen, weil bei diesem die Funkenbilder nur sporadisch, hie und da erscheinen, beim Kohlenstoffstahl hingegen dicht neben- und hintereinander auftreten.

Gußeisen gibt seiner Zusammensetzung, hauptsächlich seinem Gehalt an gebundenem Kohlenstoff und Mangan entsprechend verschiedene Funkenbilder. Die Tropfenform ist immer vorhanden. Die Zweiglinien reihen sich entlang des hellglänzenden Teiles derselben sehr dicht und sind dem verhältnismäßig großen Gehalt an Mangan entsprechend stumpf bis blätterartig endend.

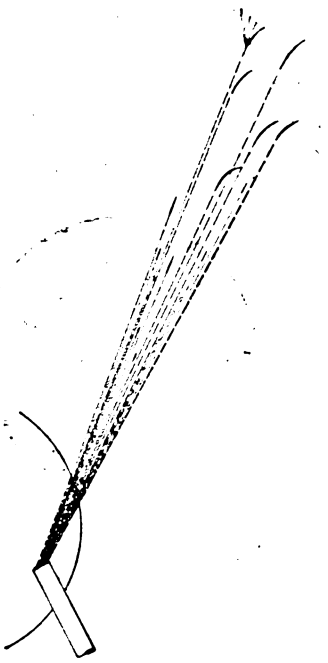


Fig. 4.
Funkengarbe eines Molybdän-Rapidstahls.

Auf Grund dieser Beschreibung der charakteristischen Funkenformen sind wir nun imstande, die verschiedenen Eisen- und Stahlgattungen zu erkennen, voneinander zu unterscheiden, eventuell deren Identität festzustellen und bei besonderer Übung mit analysiertem Material und Benutzung von Normalien den genauen Gehalt an gebundenem Kohlenstoff der Eisengattung zu bestimmen.

Die Fertigkeit in der Beurteilung der Funkenformen läßt sich viel leichter aneignen, wenn man eine annehmbare Erklärung der Funkenbilder hat.

Die Tatsachen und Merkmale, welche mir die Basis zu dieser Erklärung lieferten, sind folgende:

Digitized by Google

1. Der rotglühende Funke erglüht in einem Punkte seiner Flugbahn zur Gelbglut, wird dann weißglühend und gliedert sich dabei explosionsartig zum Funkenbilde.

2. Der Funke ist im Momente seiner explosionsartigen Gliederung im flüssigen Zustande.

Betreffs Punkt 1 ist wohl ein Beweis nicht zu liefern. Der flüssige Zustand des Funkens ist aber ohne nähere Untersuchung nicht ersichtlich. Wenn wir aber eine Glasplatte senkrecht zur Flugrichtung der Funkengarbe einführen, so bedeckt sich dieselbe mit den erloschenen Funken. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß ein Teil der Funken die Glasplatte schon im flüssigen Zustande erreichte und hier in den verschiedensten Reliefformen erstarrten oder zerspritzten (Fig. 5), ein anderer Teil nur lose

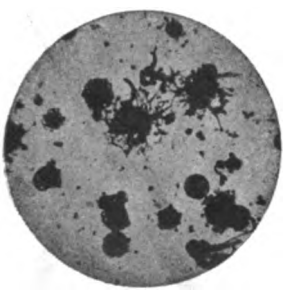


Fig. 5.
Erloschene, an der Glasplatte anhaftende Funken von Nickeleisen.

Fig. 6.
Auf einer Glasplatte gesammelte erloschene, nicht geschmolzene Funken von Nickeleisen.

anhaftete und leicht abzuwischen war. Diese letztere Art besteht aus sehr verschieden geformten Spänen, entsprechend den verschiedenen Schnitt- und Anstellungswinkeln der Schmirgelkrystalle (Fig. 6).

Und nun zur Erklärung unserer Tatsachen:

Das höhere Erglühen des Funkens (wo man doch eher das Erlöschen durch rasche Abkühlung erwarten möchte), bewirkte eine innere Wärmequelle: Einesteils die Umwandlungswärme der Kohlenstoffart bei der durch Abkühlen erreichten kritischen Temperatur, andernteils die Verbrennungswärme des umgewandelten Kohlenstoffes, welcher im Status nascens plötzlich verbrennt. Der zu raschen Abkühlung des Funkens wirkt die Oxydationswärme

Digitized by Google

der äußeren Oberfläche der Funkenmasse entgegen. Die zur Verbrennung des Kohlenstoffes nötigen Oxygenmenge liefert die Kruste Eisenoxyduloxyd, welche sich bis zum Punkte der kritischen Temperatur gebildet hat.

Die Verbrennungswärme des Kohlenstoffgehaltes liefert die zum Schmelzen der Funkenmasse nötige Wärmemenge. Tatsächlich genügt aber diese Wärmemenge nicht, die ganze Masse zu schmelzen, weil der Kohlenstoff zu gering ist. Ein Schmelzen des Funkens findet statt, wenn die Masse des unoxydierten Kerns, innerhalb der oxydierten Eisenkruste genügend klein ist, um durch die zur Verfügung stehende Wärmemenge geschmolzen zu werden. In diesem Falle sprengen die Verbrennungsgase des gebundenen Kohlenstoffes die äußere Kruste der Funkenmasse und stoßen den flüssigen Inhalt in der Richtung der primären Verzweigungslinien aus. Silicium und Phosphorgehalt verbrennen bei der Schmelztemperatur des Eisens ebenfalls und erhöhen die Temperatur der flüssigen Masse.

Aus dieser Erklärung folgt nun, daß die Größe der schmelzbaren Funken mit dem Gehalt an gebundenem Kohlenstoff wächst, die Menge des flüssigen Kernes, sowie die Spannung der Verbrennungsgase ist größer, die Verzweigungslinien dementsprechend zahlreicher.

Nun haben wir die Erklärung für die Tatsache, daß der Gehalt an gebundenem Kohlenstoff der Anzahl der Verzweigungslinien im Funkenbilde entsprechend ist und haben auch den Beweis, daß nicht alle Funken Funkenbilder geben.

Es muß wohl auffallen, daß, trotzdem die explosionsartige Gliederung zum Funkenbilde in einem Punkte der Flugbahn geschieht, die Verzweigungslinien oft an verschiedenen Punkten der Tropfenformen erscheinen. Die Erklärung dafür finde ich in der Verschiedenheit der Geschwindigkeit in der Flugrichtung und senkrecht zur selben, nach der Sprengung der Funkenkruste.*)

Die praktische Verwendbarkeit der Funkenprobe ist eine vielseitige. Die wichtigsten Fälle sollen hier kurz folgen:

---

*) Infolge des zur Verfügung stehenden beschränkten Raumes muß ich betreffs der anderen Funkenbilder und anderen Einzelheiten auf meinen in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 1909, Nr. 5, Bd. 53, veröffentlichten Aufsatz: „Die Funken als Erkennungszeichen der Stahlsorten", verweisen.

Digitized by Google

1 Das Sortieren der Eisengattungen laut Kohlenstoffgehalt und Hauptlegierungsmetall.

Die Stangen, welche in den Lagern der eisenverarbeitenden Industrien eventuell falsch eingereiht waren, werden mit einem ihrer Enden an die rotierende Schmirgelscheibe gebracht. Die Form der Funkenbilder zeigt untrüglich die Eisengattung an, welcher die betreffende Stange angehört:

2. Die Funkenprobe ist derart empfindlich, daß sie einen Unterschied von 0·04% an Kohlenstoffgehalt auffallend erkennen läßt, infolgedessen sie eine sehr einfache und rasche Kontrolle der chemischen Analyse, betreffs gebundenen Kohlenstoffes im Stahle, bietet und sich auch zur Kontrolle beim Martinverfahren (anstatt der Schmiedeprobe) eignet, hauptsächlich wenn analysierte Normalien zum Vergleich benutzt werden. Die Schöpfprobe wird abgeschreckt und die Funken mit denen der Normalie verglichen. Dem sich zeigenden Unterschiede entsprechend wird der Kohlenstoff der Charge vermehrt oder vermindert.

3. Bei der Übernahme von Eisengattungen, bietet die Funkenprobe ein sicheres Mittel, den Bedingungen nicht entsprechendes Material auszuschließen.

Wenn ein entsprechendes Muster zur Verfügung steht, braucht man sich bloß von der Identität des zur Übernahme vorgelegten Materiales durch Vergleich der Funkenbilder zu überzeugen.

Man wählt das Material zu den Qualitätsproben aus Chargen, welche mit dem Muster identische Funkenbilder geben, und aus solchen, deren Funkenbilder wesentlich abweichen. Diese werden sich bei der Probe als nicht entsprechend erweisen.

4. Die Funkenprobe bietet ein sehr empfindliches Mittel, um Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung an verschiedenen Stellen der Eisenprodukte und auch an fertigen Gegenständen und Konstruktionsteilen mit Sicherheit nachzuweisen. (Siehe Punkt 2.)

5. Die Funkengarbe und die Funkenbilder lassen sofort erkennen, ob ein Gußeisen grau oder weiß ist und auch Unterschiede der einzelnen Abarten.

Feine, dunkelrote Funkenstrahlen, hie und da Funkenbilder, sich um die Tropfenform netzartig dicht scharende Linien, durch

Digitized by Google

die blätterartigen Gliederungslinien gebildet, bedeuten schwarzes oder sehr dunkelgraues Gußeisen. Manganhaltigen Stahl entsprechende Funkenbilder: Graugußeisen. Die netzartigen Linien treten mit dem Wachsen des gebundenen Kohlenstoffes mehr und mehr zurück und verschwinden bei hellem Graugußeisen ganz.

6. Im Werkstättendienste ist die Funkenprobe, wenn einmal eingeführt, nicht leicht zu entbehren. In der Härtestube wird der Funke vor dem Härten der Werkzeuge (welche heute aus den verschiedensten Stahlgattungen erzeugt werden) zu Rate gezogen, um sich vor groben Fehlern in der angewendeten Härtetemperatur zu schützen. Der Draht zur Erzeugung von verschiedenen Spiralfedern wird gleichfalls mit der Schmirgelscheibe untersucht, ob er dem Zweck entsprechend hart ist.

In der Schmiede dient der Funken dazu um gut schweißbares (bei Schweißhitze, ohne Hilfszutaten) von schwer schweißbaren Schmiedeisen zu unterscheiden usw. Die Wichtigkeit, ein so einfaches Verfahren der Praxis nutzbar zu machen, lohnt wohl die Mühe, sich damit noch eingehender zu befassen. Es dient mir zur Genugtuung, meinen Teil dazu beigetragen zu haben.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

VIII 8

ÜBER GRUNDLAGEN DER TECHNOLOGISCHEN MECHANIK.

Von Dr. techn. **Paul Ludwik**, Wien.

(Aus einer vorläufigen Mitteilung in der „Österr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst", 1908, Heft 42, S. 762.)

Der Körper bestehe aus elastischen Elementen (Molekulargruppen, Massenteilchen), welche sich berühren und (unter gewissen Bedingungen) gegeneinander bleibend verschieben lassen. Im Verhältnis zu den betrachteten Deformationen sei die Größe dieser Körperelemente verschwindend und der ganze Körper homogen und isotrop. Jene spezifische Tangentialkraft (Schubspannung), die nötig ist, eine bleibende relative Verschiebung derselben einzuleiten, sei mit „innere Reibung" angesprochen.[1])

Unter der Annahme, daß elastische Formänderungen auf der elastischen Deformierbarkeit der Körperelemente beruhen[2]), läßt sich zeigen, daß jede bleibende Formänderung einerseits in einer bleibenden relativen Verschiebung γ der Körperelemente

---

[1]) Im allgemeinen wächst die innere Reibung mit der Härte, der spezifischen Schiebung, der Druckspannung (senkrecht zur Gleitfläche) und der Verschiebungsgeschwindigkeit; doch ist die Größe dieser Einflüsse bei verschiedenen Materialien oft recht verschieden.

Hienach unterscheiden sich auch die Grenztypen der „festen" und der „flüssigen" Körper, indem für den Ruhezustand (also für die Verschiebungsgeschwindigkeit gleich Null) bei ersteren $R > 0$, bei letzteren aber — trotz oft nicht unbeträchtlicher Kohäsion — $R = 0$ ist.

[2]) Die eigentlichen Ursachen der elastischen Deformierbarkeit sind bekanntlich noch nicht aufgehellt, daher man sich derzeit noch begnügen muß, die am Gesamtkörper beobachtete elastische Deformierbarkeit durch die gleiche Eigenschaft der Körperelemente zu „erklären".

Digitized by Google

weicher Stahl (Flußeisen) scheint nicht untersucht worden zu sein. Später fand der Verfasser, daß ein Flußeisenstab von mehrfach so großer Breite als Dicke auf der Breitseite quer durchbrach in einem Winkel von beiläufig 65° zur Zugrichtung.

Diese verschiedenartigen Resultate ließen noch starken Zweifel am Wesen und an der Gesetzmäßigkeit der Erscheinung übrig, so daß weitere Versuche erwünscht schienen. Eine Anzahl dünner, flacher Flußeisenstäbe wurde dementsprechend vorgerichtet und bei Zugbeanspruchung sorgfältig beobachtet. Die Ergebnisse zeigten in vollkommen klarer Weise, daß bei einem solchen Stabe während der Periode der starken Formänderungen mindestens zwei verschiedene Erscheinungen zusammentreffen.[1]) Erstens erscheinen bei der Fließgrenze des Materials die Lüdersschen Linien entweder plötzlich als vereinzelte örtliche Deformationen oder als eine Art wellenförmiger Fortpflanzung der Deformation, welche allmählich längs des Stabes vorschreitet; diese eben haben, wie erwähnt, eine Neigung von annähernd 50°. Nach Überschreitung der Fließgrenze streckt sich der Stab bekanntlich gleichförmig über seine ganze Länge innerhalb mehr oder minder großer Belastungsgrenzen, bis eine Spannung erreicht ist, bei welcher sich die Deformation lokalisiert und der Stab sich einschnürt. Wenn diese Einschnürung einigermaßen vorgeschritten und das Material nahe dem Bruche ist, tritt die zweite Erscheinung ein. Sie zeigt sich gewöhnlich in zwei schmalen Furchen auf jeder der Breitflächen des Probestückes; diese Furchen schneiden sich in der Mittellinie der Oberfläche und sind unter 65° zur Zugrichtung geneigt. Wenn die Belastung hinreichend erhöht wird, bricht der Stab längs der einen oder der anderen der beiden Furchen. Diese Erscheinung ist als „Kontraktionskreuz" (contractile cross) bekannt. Manchesmal sind mehr als zwei Furchen sichtbar, manchmal nur eine.

Auf viele Arten, von deren näherer Darlegung hier abgesehen werden kann, wurde gezeigt, daß die Lüdersschen Linien und das „Kontraktionskreuz" zwei verschiedene Erscheinungen sind. Das „Kontraktionskreuz" zeigt sich auch bei anderen Metallen als Eisen und Stahl, vorausgesetzt, daß sie im Zustande der Zähigkeit sind, und wurde auch bei flachen Stäben von Kupfer, Bronze, Neusilber und Aluminium erhalten. Der Winkel der Furchen

[1]) Proc. Inst. Mech. Eng., February 1905, 141.

Digitized by Google

beträgt immer annähernd 65°, und dies läßt vermuten, daß das Kreuz eine mit der Einschnürung im allgemeinen in engem Zusammenhange stehende Fließerscheinung ist. Anderseits findet man die Lüdersschen Linien, soweit des Verfassers Erfahrung reicht, nur bei Eisen und Stahl, das ist bei Metallen mit scharf ausgesprochener Fließgrenze. Andere Metalle zeigen bei bleibender Formänderung ein allgemeines Rauherwerden der Oberfläche, aber nicht das gestreifte Aussehen, das so häufig im Zusammenhange mit den Lüdersschen Linien auftritt. Es muß übrigens bemerkt werden, daß Hartmann behauptet, Lüderssche Linien auf Platin, Silber, Aluminium, Kupfer, Zinn, Blei, Zink, ferner auf Bronze, Messing, Delta Metall und Neusilber erhalten zu haben, während Mengin[1]) sie auf Aluminium, Delta Metall und Messing gefunden hat. Aber der Verfasser dieses ist auf Grund eigener Versuche mit den meisten vorbenannten Metallen und Legierungen der Meinung, daß das, was diese Forscher erhalten haben, in Wirklichkeit Kontraktionsfurchen (contractile depressions) waren. Diese Ansicht wird sowohl durch die veröffentlichte Beschreibung der Erscheinung, wie durch die von Hartmann beigegebenen Illustrationen und Winkelwerte unterstützt.

Das Kontraktionskreuz wurde nur an Stäben erhalten, die bedeutend breiter als dick sind. Wenn das Verhältnis der Breite zur Dicke weniger als 4 beträgt, so wird das Kreuz undeutlich, bei Stäben von quadratischem Querschnitte ist es kaum mehr sichtbar. Überdies ist die Neigung der Bruchflächen von Probestäben aus Flußeisen oder Flußstahl, außer unter den besonderen angeführten Umständen, keinesfalls 65°, sondern annähernd 50°. Selbst bei dünnen flachen Stäben ist diese Neigung, parallel zur schmalen (statt zur breiten) Seite des Probestückes gemessen, gegen 50°. Man kann also ganz allgemein sagen, daß der Bruchwinkel bei Zug wenigstens annähernd derselbe ist, wie jener der Lüdersschen Linien, außer wenn das Auftreten des Kontraktionskreuzes eine andere Gesetzmäßigkeit bedingt. Bestätigt wird dies durch die Tatsache, daß die Neigung der Bruchfläche eines durch Verdrehen gebrochenen runden Stahlstabes unter 50° zur Richtung der Hauptzugspannung geneigt ist, das ist unter 85° zur Längsachse des Stabes.[2])

[1]) Comptes Rendus, 124, 1897, 681.

[2]) Proc. Inst. Mech. Eng., Juli 1907, 753.

Digitized by Google

Mikroskopische Untersuchung zeigt, daß der innere Formänderungsvorgang nach dem Auftreten des Kontraktionskreuzes der gleiche ist, wie vorher[1]), nämlich daß er das Ergebnis von Schiebungen ist, welche längs der Schichtungs-(Spalt-)Flächen der Kristall-Aggregate stattfinden und welche durch die „Gleitstreifen" („slipbands") von Ewing und Rosenhain[2]) sichtbar werden. Eine andere Beobachtung ist, daß die durch die Lüdersschen Linien und das Kontraktionskreuz in Erscheinung tretenden Richtungen der Materialbewegung im allgemeinen örtlichen Schwankungen infolge der verschiedenen Lage der Spaltflächen der Kristall-Aggregate unterworfen sind.

Der Koeffizient der inneren Reibung.

Für jedes, irgend einer Beanspruchungsart unterworfene Stück läßt sich leicht zeigen, daß an jeder Stelle die Richtung der größten Schubspannung mit den Richtungen der größten und der kleinsten Hauptspannung Winkel von 45^0 einschließt und daß ihr Wert gleich der Hälfte der algebraischen Differenz dieser beiden Hauptspannungen ist. Im vorausgehenden wurde gezeigt, daß in einigen Fällen, in welchen der Bruch zweifellos ein Abscherungsvorgang ist, die Gleitfläche mit der Hauptzugrichtung einen von 45^0 etwas abweichenden Winkel einschließt. Ein Versuch, diese Verschiedenheit zu erklären, besteht darin, einen inneren Widerstand der Materialteilchen gegen die gegenseitige Verschiebung anzunehmen, und zwar einen Widerstand von der Art einer einfachen Reibung. Durch eine solche Annahme ergibt sich, daß die Gleitrichtung um $(45^0 + \frac{\varphi}{2})$ zur Hauptzugrichtung und um $(45^0 - \frac{\varphi}{2})$ zur Hauptdruckrichtung geneigt ist, wenn $\mu\ (= \operatorname{tg}\varphi)$ den Koeffizienten der inneren Reibung bedeutet. Die Größe des kleinsten inneren Gleitwiderstandes ist

$$\tfrac{1}{2}\,[p_1\,(\sqrt{1+\mu^2}+\mu) - p_3\,(\sqrt{1+\mu^2}-\mu)]$$

wobei p_1 die Hauptzugspannung und p_3 Hauptdruckspannung bedeutet und die Druckspannungen negativ eingeführt sind.

Bei Anwendung dieser Methode auf die bei Stahl (Flußeisen) erhaltenen Versuchsergebnisse zeigte sich, daß der Koeffizient der inneren Reibung nur wenig von dem Koeffizienten der gewöhnlichen

[1]) Proc. Inst. Mech. Eng., Mai 1907, 519.
[2]) Phil. Trans. und 193A, 1900, 353.

Digitized by Google

gleitenden Reibung zweier verschiedener Stahlstücke abwich. Es soll nicht bestimmt behauptet werden, daß die beiden Koeffizienten identisch sind; denn der Koeffizient der inneren Reibung ist ja eine bloße Annahme. Aber diese geringe Verschiedenheit schien bemerkenswert genug, um einige Berechnungen zu rechtfertigen, welche auf eine Verallgemeinerung dieses Ergebnisses beruhen und deren Ergebnisse von Interesse sein dürften.

Die Beziehung zwischen den Werten der Fließgrenze von Stahl bei reiner Zug-, Druck- und Schubbeanspruchung.[1])

Wenn Fließen eintritt, nachdem der kleinste innere Gleitwiderstand durch die angewendete Belastung überwunden worden ist, so folgt daraus, daß für dasselbe Material unter den drei einfachen Gleichgewichtsbedingungen

$$t\,(\sqrt{1+\mu^2}+\mu) = c\,(\sqrt{1+\mu^2}-\mu) = 2q\,\sqrt{1+\mu^2}$$

wobei t die Spannung an der Fließgrenze für Zug ist, c diejenige an der Fließgrenze für Druck und q an der Fließgrenze des Materials bei einfacher, gleichmäßig verteilter Schubbeanspruchung ist. Hiebei ist für Stahl (Flußeisen) $\mu = 0{\cdot}14$ angenommen, nach der Angabe von Morin: $t = 0{\cdot}76\,c = 1{\cdot}76\,q$. Die bisherigen Versuchsergebnisse waren etwas schwankend und stimmen mit diesen Angaben nicht ganz überein. Wenn die Festigkeit von der Größe der Hauptschubspannung abhängt, wie von einigen behauptet wird, dann ist die Beziehung zwischen den verschiedenen Werten der Fließgrenze $t = c = 2\,q$.

Die Druckfestigkeit spröder Materialien[2]).

Ein zähes Material wird, wenn es auch unter Zugsbeanspruchung gewöhnlich durch Abscheren längs einer schrägen Fläche nachgibt, durch eine Druckbeanspruchung nicht in der gleichen Weise zerstört. Andererseits bricht ein sprödes Material, welches bei Zugbeanspruchung in einer zur Spannungsrichtung annähernd senkrechten Richtung brechen würde, wenn es auf Druck beansprucht wird, durch Abscherung in schräger Richtung. Nach den früheren Annahmen sollte diese Abscherungsfläche unter $(45^0 - \frac{\varphi}{2})$ zur Druckrichtung geneigt sein.

---

[1]) Proc. Roy. Soc. Edin., XXVIII., Mai 1908, 374.

[2]) Proc. Roy. Soc. Edin., Dezember 1908

Digitized by Google

Die Untersuchung einiger gebrochener Druckprobestücke aus Gußeisen zeigte, daß der Winkel der Bruchfläche durchschnittlich ungefähr 36° war, während er, wenn Morins Koeffizient der gleitenden Reibung für Gußeisen 0·16 als tg φ genommen wird, ungefähr $40^1/_2{}^0$ sein müßte. Beim Druckversuch ist aber die Reibung zwischen den Stirnflächen des Probestückes und den Druckplatten aus Stahl oder Gußeisen nicht zu vernachlässigen und muß die Wirkung haben, die Festigkeit des Stückes zu erhöhen. Sie wird auch eine Änderung in der Neigung der Abscherungsfläche hervorrufen. Die Änderung in der Neigung dieser Fläche kann auch durch die Annahme bestimmt werden, daß der an den Druckflächen wirkende Reibungswiderstand gegen Verschiebung der Teilchen an den Stirnflächen als Kraft senkrecht zur Druckbelastung wirkt, in der Weise, daß sie die Trennung des Stückes in zwei Teile behindert. Die Erhöhung der Festigkeit des untersuchten Stückes infolge dieser Reibungskraft kann sogar berechnet werden, wenn man annimmt, daß die Fließgrenze einer spröden Substanz mit ihrer Bruchgrenze zusammenfällt. Auf diese Art kann man ziffermäßig das Verhältnis der Bruchspannuug beim gewöhnlichen Versuch zu derjenigen Bruchspannung ermitteln, welche man die wahre Bruchfestigkeit des Materials nennen könnte, und welche man erhalten würde, wenn man die Stirnflächenreibung durch irgendwelche Mittel verhindern könnte.

Der Wert dieses Verhältnisses ist

$$\frac{c_0}{c} = \frac{\sqrt{1+\mu^2} - \mu}{\sqrt{(1+\mu^2)\,(1+\mu_0{}^2)} - (\mu + \mu_0)}$$

wobei c_0 die bei der Druckprobe erhaltene Druckfestigkeit ist, c die sogenannte wirkliche Druckfestigkeit, μ der Koeffizient der inneren Reibung und μ_0 der Reibungskoeffizient zwischen den Stirnflächen des Probestückes und den Druckplatten. Für Gußeisen wurde der numerische Wert dieses Verhältnisses mit 1·2 berechnet, mit anderen Worten: Gußeisen zeigt beim Versuch eine Druckfestigkeit, welche um 20% zu hoch ist. Bei Materialien, wie Stein, Ziegel und Beton, sind die Ergebnisse bemerkenswert. Das Verhältnis schwankt zwischen 1·5 und 3·0, wobei die höheren Werte für die weicheren und grobkörnigeren Materialien erhalten wurden. Das bedeutet, daß Proben mit solchen Substanzen Ziffern ergeben, welche um 50—200% zu hoch sind.

Digitized by Google

Der Verfasser hat keine weiteren Versuche gemacht, um diese Berechnungen direkt zu kontrollieren. Sie brauchen natürlich keine Beunruhigung hervorzurufen, da die Bedingungen der wirklichen Verwendung praktisch dieselben sind, wie die des Versuches. Eine indirekte Kontrolle ist möglich durch Messen des Neigungswinkels der Abscherungsflächen an den zerdrückten Stücken. Den oben angeführten Annahmen zufolge sollte der Winkel der Bruchfläche $\left(45^0 - \frac{\varphi + \varphi_0}{2}\right)$ sein, wobei tg. $\varphi_0 = \mu_0$. Die wirklichen Neigungswinkel stimmen mit den aus dieser Gleichung berechneten gut überein.

Dieselben Methoden gestatten auch die durch Zwischenlegung von Bleiplatten oder anderen weichen Materialien verursachte Verringerung der Festigkeit bei Prüfung von Steinen zu schätzen. In diesem Falle treten aber auch noch andere als die hier betrachteten Wirkungen auf.

Schlußfolgerungen.

Die Richtungen der inneren Verschiebung in einem beanspruchten Körper sind, wie durch die Lüdersschen Linien und durch die Bruchflächen gezeigt wird, im allgemeinen bedingt durch die Wirkung eines inneren Reibungswiderstandes zwischen den Teilchen des Körpers, die wenig von der Wirkung des gewöhnlichen äußeren Reibungswiderstandes abweicht.

Die Ermittlungen von Festigkeitswerten weisen viel zu große Schwankungen auf, als daß eine auch nur annähernde Berechnung des Wertes des Koeffizienten der inneren Reibung möglich wäre, und geben umgekehrt keine genügende Kontrolle von Berechnungen auf Grund eines angenommenen Koeffizienten. Dies läßt vermuten, daß die Widerstandsfähigkeit des Materials gegen Beanspruchung anderen störenden Faktoren unterliegt, deren Wirkungen noch unbekannt sind. Das „Kontraktionskreuz" ist die sichtbare Wirkung eines solchen Faktors, der — mindestens bei dünnen, flachen Stäben — seinen Einfluß ausübt.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

VIII 10

ÜBER DIE SPANNUNGSSTÖRUNGEN BEIM VERBUND VERSCHIEDENER MATERIALIEN.

Von Dr. techn. **A. Leon** in Wien.

(Aus den Mitteilungen des mechanisch-technischen Laboratoriums der k. k. Technischen Hochschule in Wien. 1908. Verlag Lehmann und Wentzel.)

Im folgenden werden die Ergebnisse der Untersuchungen über die Spannungsstörungen, welche in elastischen Körpern durch starre oder elastische Einschlüsse, durch Hohlräume sowie durch oberflächliche Verletzungen verschiedener Form entstehen, mitgeteilt. Als Elastizitätsgesetz wurde das erweiterte Hookesche Gesetz, also die Proportionalität von Dehnung und Spannung, beim linearen Spannungszustand und das Prinzip der Übereinanderlagerung beim ebenen und räumlichen Spannungszustand vorausgesetzt. Es zeigt sich, daß die Spannungsstörungen hauptsächlich in einer Zone von der Dicke des Durchmessers des die Störung verursachenden Einschlusses oder Hohlraumes auftreten, während sie außerhalb dieser Zone klein sind und mit wachsender Entfernung immer mehr und mehr (rasch) verschwinden. Die Spannungsänderungen sind daher nur örtlicher Natur; am größten sind sie an der Begrenzungsfläche[1]) wo je nach der Form, der Art der Beanspruchung sowie (jedoch nicht in allen Fällen) dem Verhältnisse der Längsdehnung zur Querverkürzung (der sogenannten Poissonschen Konstanten) eine recht bedeutende Spannungserhöhung auftritt, wie man aus der untenstehenden Zusammenstellung entnehmen kann. Die Ergebnisse der Unter-

[1]) Oder in ihrer unmittelbaren Nähe.

Digitized by Google

suchungen über die Spannungsstörungen sind experimentell durch Bruchversuche an spröden Körpern (z. B. Glas), d. i. solchen, deren Elastizitätsgrenze in der Nähe der Bruchstelle liegt, unmittelbar nachzuprüfen. Bei plastischen Körpern, insbesonders bei Eisen, liegen aber die Verhältnisse ganz anders. Die Elastizitätsgrenze liegt weit unter der Zugfestigkeit (bei Schweißeisen unterhalb der Hälfte, bei Flußeisen und Flußstahl etwas über der Hälfte). Auf die Elastizitäts- und Proportionalitätsgrenze folgt die Streckgrenze, die sich äußerlich durch beginnende starke Dehnung ohne entsprechenden Spannungszuwachs, innerlich durch molekulare Umänderungen, Strukturveränderungen kundgibt. Diese bei einer bestimmten Spannung auftretende Streckung und die früher erwähnte Eigenschaft, daß die Spannungsstörungen nur lokaler Natur sind, bewirken einen Ausgleich der Spannungen bei Erreichung der Strecklast. Infolgedessen lassen sich bei Fluß- oder Schweißeisen die Spannungserhöhungen durch gewöhnliche Festigkeitsversuche nicht nachweisen. Berücksichtigt man aber die Tatsache, daß bei fortwährendem Wechsel zwischen zwei gleich großen Zug- und Druckspannungen die Bruchfestigkeit bis ungefähr zur Elastizitätsgrenze sinkt — weil beim Überschreiten derselben durch Zug eine bleibende Dehnung, durch Druck eine bleibende Stauchung auftritt, welchen Wechsel von bleibender Dehnung und Stauchung das Material nicht verträgt — bis zur Elastizitätsgrenze aber die ermittelten Spannungen gültig sind, so könnte man wohl durch derartig angeordnete Versuche auch für Eisen, überhaupt für zähe Körper, das Auftreten der Spannungserhöhungen durch Querschnittsverletzungen und Materialeinschlüsse nachweisen. Manche in der Praxis nach längerem Betrieb unerwartet auftretende Brüche von Maschinenbestandteilen dürften sich hierdurch erklären lassen.

Die folgenden Sätze geben einen kleinen Überblick über die Ergebnisse der oberwähnten Untersuchungen:

In einem unendlich ausgedehnten, flächenhaften Körper von ursprünglich gleichmäßiger, linearer (das heißt nur in einer Richtung wirkender) Spannung p entstehen durch ein kreisrundes zylindrisches Loch Spannungserhöhungen bis zu 200 v. H. Am Lochrande nehmen die Umfangsspannungen Werte an, die zwischen $-p$ und $+3p$ liegen. Die Spannungsstörungen sind unabhängig vom Wert der Poissonschen Konstanten.

Digitized by Google

Ist hingegen der flächenhafte Körper im ungelochten Zustand nach allen Richtungen gleichmäßig mit der Spannung p belastet, so bewirkt ein Loch Umfangsspannungen von der Größe $2\,p$. Die Spannungserhöhungen betragen also 100 v. H. und sind wieder unabhängig von den Elastizitätskoeffizienten.

In Körpern, die nicht flächenhaft, sondern nach allen Richtungen im Raume unendlich ausgedehnt sind, bewirkt eine durchgehende zylindrische Bohrung in den Richtungen der zur Zylinderachse senkrechten Querschnitte Spannungsstörungen gleicher Größe; bei linearer Beanspruchung steigen die Spannungen im Maximum bis $3\,p$, bei flächenhafter bis $2\,p$; im letzteren Falle treten keine elastischen Kräfte in der Richtung der Zylinderachse auf; im ersteren hingegen ja, und ihre Größe schwankt im Zylindermantel zwischen $\pm\frac{2\,p}{m}$ (wenn m die Poissonsche Konstante bedeutet); sie betragen für $m = 2$, p; für $m = 3$, $0{\cdot}67\,p$; für $m = 4$, $0{\cdot}50\,p$; für $m = 5$, $0{\cdot}4\,p$, nehmen also dem Absolutwerte nach ab mit wachsendem m.

Sind die Lochungen nicht kreisförmig, sondern gestreckt in der zu wirkenden Spannung normalen Richtung, so können die Spannungserhöhungen auch mehrfache der hier angegebenen Werte annehmen. Ist die ursprüngliche Spannung linear, so stören scharfe Schnitte in der Kraftrichtung beinahe gar nicht.

In flächenhaften Körpern, deren geradliniger Rand durch eine halbkreisförmige Kerbe unterbrochen ist, ändern sich die Spannungen am Kerbenrand zwischen O und $2\,p$, wenn p die im ungestörten Zustand auf den Körper in Richtung des Randes wirkende Spannung bedeutet.

Ist der Körper nicht flächenhaft, sondern von großer (unendlicher) Dicke, so ändert dies wenig an der soeben beschriebenen Kraftausbreitung in den Kerbenschnitten. Senkrecht zu den Querschnitten treten aber noch in der Richtung der Kerbenachse Spannungen hiezu, deren Größe im Mantel des die Kerbe begrenzenden Halbzylinders ungefähr zwischen $\pm\frac{p}{m}$ schwankt. Sie betragen für $m = 2$, $0{\cdot}5\,p$; für $m = 3$, $0{\cdot}33\,p$; für $m = 4$, $0{\cdot}25\,p$; für $m = 5$, $0{\cdot}20\,p$, nehmen also mit wachsendem m ab.

In einem Körper mit einer kugelförmigen Höhlung erhalten bei ursprünglich linearer Spannung p die gestörten Spannungen

Digitized by Google

Werte, die für $m = 2$ zwischen $2{\cdot}17\,p$ und $-1{\cdot}17\,p$, für $m = 3$ zwischen $2{\cdot}06\,p$ und $-0{\cdot}75\,p$, für $m = 4$ zwischen $2{\cdot}02\,p$ und $-0{\cdot}59\,p$, für $m = 5$ zwischen $2{\cdot}00\,p$ und $-0{\cdot}5\,p$ liegen. Die größten Spannungserhöhungen betragen also für die gebräuchlichen Werte von m 100 v. H. und mehr; sie sinken mit wachsendem m.

In einem unendlich ausgedehnten, flächenhaften Körper von ursprünglich linearer Beanspruchung entstehen durch einen kreisförmigen, beinahe starren Einschluß Spannungserhöhungen, die für $m = 2$, 47 v. H.; für $m = 3$, 50 v. H.; für $m = 4$, 53 v. H.; für $m = 5$, 55 v. H. ($m = \infty$, 67 v. H.).[1])

Ist die ursprüngliche Beanspruchung gleichmäßig nach allen Richtungen der Mittelebene, so betragen die Spannungserhöhungen für $m = 2$, 3, 4, 5 (und ∞), 33, 50, 60, 67 (und 100) v. H., sie steigen mit m.

In Körpern, die nicht flächenhaft, sondern nach allen Richtungen unendlich ausgedehnt sind, bewirkt ein durchgehender, beinahe starrer, kreiszylindrischer Einschluß bei ursprünglich linearer Beanspruchung Spannungserhöhungen, deren Werte für $m = 2$, 3, 4, 5 (und ∞), 50, 47, 53 (und 67) v. H. betragen; in axialer Richtung treten Normalspannungen hinzu von der Größe p, $0{\cdot}4\,p$, $0{\cdot}25\,p$, $0{\cdot}18\,p$ (und 0) für $m = 2$, 3, 4, 5 (und ∞).

Ist die Beanspruchung nicht linear, sondern gleichmäßig nach allen Richtungen der Querschnittsebenen, so betragen die Spannungserhöhungen 0, 33, 50, 60 (und 100) v. H., entsprechend den Werten $m = 2$, 3, 4, 5 und ∞. Axiale Normalspannungen fehlen.

Bei allseitiger Beanspruchung im Raume betragen die Spannungsstörungen 0, 25, 40, 50 (und 100) v. H., für $m = 2$, 3, 4, 5 (und ∞); die axialen Spannungen in der Grundmasse sind konstant gleich p, die im starren Zylinder sehr (unendlich) groß.

Findet die Beanspruchung in axialer Richtung allein statt, so ergeben sich kleine radiale und periphere Spannungen in den Richtungen der Querschnittsebenen.

Im Innern elastischer, kreiszylindrischer Einschlüsse verteilen sich bei ebenen Spannungs- und Verzerrungszuständen, das sind

[1]) Die hier als „größte" bezeichneten und angegebenen Werte gelten für die beiden Körpern gemeinsame Grenzschichte, beanspruchen also die Haftfestigkeit der beiden Körper. Bei Einschlüssen, die schwerer deformierbar sind als die Grundmasse, kann es allerdings vorkommen, daß die Spannungen in der Grundmasse noch etwas über die größten Haftspannungen ansteigen.

Digitized by Google

solche, die in flächenhaften oder sehr (unendlich) dicken Körpern stattfinden, die Spannungen stets nach Geraden.

In einem flächenhaften Körper, dessen geradliniger Rand einen halbkreisförmigen, beinahe starren Einschluß aufweist, betragen die größten Spannungserhöhungen (welche am Rande selbst auftreten) an 80 v. H.

Durch einen kugeligen, beinahe starren Einschluß in einem nach allen Richtungen im Raume unendlich ausgedehnten Körper entstehen bei ursprünglich linearer Beanspruchung Spannungserhöhungen von 100, 93, 96, 100 (und 125) v. H., entsprechend den Werten 2, 3, 4, 5 (und ∞) für m; bei ebenem Spannungszustand erhält man Erhöhungen von 50, 71, 88, 100 (und 163) v. H. Wirkt die Spannung p nach allen Richtungen im Raume, so betragen die Störungen 0, 50, 80, 100 (und 200) v. H.

Im Innern eines elastischen kugeligen Einschlusses verteilen sich die ihm von der Grundmasse mitgeteilten Spannungen stets nach einer Geraden.

Ein kugeliger Eiseneinschluß in einer unendlich ausgedehnten Betonmasse bedingt Spannungserhöhungen von 88 v. H. bei ursprünglich linearer Beanspruchung, wenn man annimmt, daß die Elastizitätsmoduli der beiden Materialien sich wie $E_1 : E_2 = 15 : 1$ verhalten, die Poissonsche Konstante des Eisens $m_1 = 4$, die des Betons $m_2 = 5$ ist. Durch Überlagerung findet man für die Beanspruchung p nach zwei bezw. nach drei Hauptspannungsrichtungen 89 v. H. und 89·4 v. H. Spannungserhöhungen.

Ist hingegen $E_1 : E_2 = 10$, $m_1 = 4$, $m_2 = 5$, so betragen die größten Spannungserhöhungen 82 v. H. bei ursprünglich linearer Beanspruchung. Für die Beanspruchung p nach zwei bezw. nach drei Hauptspannungsrichtungen ergeben sich Störungen von 83 und 84 v. H.

Ein kreisförmiger Eiseneinschluß in einer nicht allzudicken Betonplatte bedingt Spannungserhöhungen bis zu 49 v. H. bei ursprünglich linearer Beanspruchung, wenn man annimmt, daß $E_1 : E_2 = 15$, $m_1 = 4$, $m_2 = 5$, wobei E_1, m_1 die Elastizitätskoeffizienten des Einschlusses, E_2, m_2 die der Grundmasse bedeuten. Durch sinngemäße Überlagerung findet man Spannungsstörungen von $49 + 11 = 60$ v. H. bei Beanspruchung nach allen Richtungen der Mittelebene.

Digitized by Google

Ist hingegen $E_1 : E_2 = 10$, $m_1 = 4$, $m_2 = 5$, so betragen die größten Spannungserhöhungen 47 v. H., bei ursprünglich linearer Beanspruchung; für die Spannung p nach allen Richtungen der Mittelebene ergeben sich $47 + 10 = 57$ v. H.

Unter der Annahme, daß $E_1 : E_2 = 15$, $m_1 = 4$, $m_2 = 5$ [$E_1 : E_2 = 10$, $m_1 = 4$, $m_2 : 5$], bedingt ein unendlich langer Eisenzylinder in einer nach allen Richtungen ausgedehnten Betonmasse bei ursprünglich linearer Beanspruchung Erhöhungen der radialen Spannungen bis 56 [64] v. H. In axialer Richtung ergeben sich Spannungen bis zu $0{\cdot}13\,p$ [$0{\cdot}22\,p$] im Beton und Spannungen von unveränderlicher Größe $= -2{\cdot}55\,p$ [$-1{\cdot}56\,p$] im Eisen usw.

Allgemein:

Materialeinschlüsse irgend welcher Art bedingen (falls ihre Dimensionen klein sind im Verhältnis zu den Abmessungen des Körpers) stets Spannungserhöhungen in der Grundmasse, also eine Festigkeitsverminderung, mögen die Füllungen leichter oder schwerer deformierbar sein als die Grundmasse. Die Spannungserhöhungen sind im elastischen Bereich am größten und nehmen beim Auftreten bleibender Formänderungen sehr rasch ab, so daß sie bei Stoffen, die bleibende Verzerrungen vertragen, an der Bruchlast kaum erkennbar sind. Bei Einschlüssen, die im Verhältnis zur Grundmasse leichter deformierbar sind (also im allgemeinen kleinere Elastizitätsmoduli haben) und bei Querschnittsverletzungen (Löcher, Blasen, Kerben) tritt die größte Spannung tangential zur Oberfläche der Einschlüsse bezw. der Hohlräume auf; sind die Einschlüsse hingegen schwerer zu verzerren als die Grundmasse (sind sie also „hart"), so wirken die größten Spannungen senkrecht zu ihren Oberflächen. In beiden Fällen haben die größten Spannungen die Richtungen der ungestörten elastischen Kräfte.

Die Formeln für starre Einschlüsse geben nicht immer die größten Spannungsstörungen für „harte" Einschlüsse.

Die größte Bruchgefahr ist nicht nach allen hierfür gebräuchlichen Hypothesen an den Stellen größter Spannungsstörung, stets aber in unmittelbarer Nähe derselben vorhanden.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

VIII 11

DER ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DEN DURCH ZUG UND DRUCK VERURSACHTEN BLEIBENDEN FORMÄNDERUNGEN.

Von Dr. Ing. **Wilhelm Misángyi,** Budapest.

Um den Zusammenhang zwischen den durch Zug und Druck verursachten bleibenden Formänderungen bestimmen zu können, ist erst die Charakterisierung der Formänderung nötig. Dieselbe geschieht am vollkommensten durch Schaubilder, welche die spezifischen Kräfte als eine Funktion der spezifischen Veränderung einer Dimension darstellen. Diesen Weg schlagen sowohl Herr Rejtő[1]), als auch Herr Mesnager[1]) ein, aber — wie bekannt — sind die Ergebnisse beider verschieden.

Herr Rejtő berechnet die auf den veränderten Querschnitt entfallenden Kräfte, die sogenannten Zug- und Druckspannungen, und die spezifischen Maßvergrößerungen. Es ist zu beachten, daß, wie Herr Rejtő sagt, „bei den verschiedenartigen Inanspruchnahmen die Änderung der inneren Reibung gleichwertig sein muß, wenn die hervorgerufene prozentuale Maßvergrößerung dieselbe ist".[2]) Werden die Zug-, respektive die Druckspannungen als Ordinaten und die spezifischen Maßvergrößerungen als Abscissen aufgetragen, so bekommen wir die Spannungskurven nach Herrn Rejtő. In diesen Zug- und Druckkurven gehören jene Spannungen zusammen, die derselben spezifischen Maßvergrößerung entsprechen. Wird bei einem zähen Material an der Grenze der Zähigkeit die

---

[1]) Congrès international des méthodes d'essai des matériaux de construction, Paris 1900.

[2]) Rejtő: „Der Wert der inneren Reibung", Baumaterialienkunde, Jahrg. 1904.

Digitized by Google

Druckspannung mit der zugehörigen Zugspannung verglichen, so findet man, daß dieses Verhältnis gleich tg β ist, wobei β den Gleitungswinkel bedeutet (und $\beta > 45^0$).

Herr Mesnager benützt auch für die Konstruktion seiner Spannungskurven die auf die veränderten Querschnitte entfallenden Spannungen; die Bestimmung der Abscissen erfolgt jedoch bei ihm anders. Er leitet nämlich ab, daß zur Charakterisierung der Maßveränderungen beim Zuge log nat $(1+\lambda)$ und im Falle des Druckes log nat $(1-\varepsilon)$ verwendet werden müssen, worin λ die durch einen Zug verursachte spezifische Längenvergrößerung und ε die dem Drucke entsprechende spezifische Längenverminderung bedeuten. Die so hergestellten Zug- und Druckspannungskurven müssen sich nach Herrn Mesnager decken, sobald die ursprünglichen Zustände beim Zug und Druck dieselben waren.

Wenn die oben definierte Druckspannung mit q und die Zugspannung mit p, endlich der Gleitungswinkel ($> 45^0$) mit β bezeichnet wird, so sind die Gleichungen:

bei Herrn Rejtő: $$\frac{q}{p} = \operatorname{tg}\beta \qquad (1)$$

bei Herrn Mesnager: $$\frac{q}{p} = 1 \qquad (2)$$

Als eine dritte Gleichung kann noch die von Duguet beigefügt werden $$\frac{q}{p} = \operatorname{tg}^2\beta \qquad (3)$$

Diese letzte Gleichung wurde auf rein mathematischem Wege abgeleitet; die Spannungen besitzen die dem Bruche entsprechende Größe. Herr Mesnager leitet diese Gleichung auch ab, fügt aber gleich die Bemerkung bei, daß seine Versuche für das Verhältnis nahezu die Einheit geben und daher diese Gleichung keine Berechtigung hat.

Auch ich habe keine Ergebnisse, welche für die Berechtigung dieser dritten Gleichung sprechen könnten, gefunden; um so schöner sind aber die Schlußfolgerungen, welche ich auf Grund meiner Versuche über die erste und zweite Gleichung gewonnen habe.[1])

[1]) Die Versuche stellte ich an der technischen Hochschule zu Budapest auf den registrierenden Rejtőischen Zug- und Druckmaschinen an, und die Ergebnisse sind in den Wochenberichten des ungarischen Ingenieurvereines (Jahrgang 1908) veröffentlicht worden.

Digitized by Google

Auf Grund der mit der Maschine aufgenommenen Schaubilder stellte ich die Spannungskurven nach Herrn Rejtő und nach Herrn Mesnager dar. Die Druckspannungskurve geht nach Herrn Rejtő um ein gewisses Maß höher als die Zugspannungskurve, dagegen decken sich nach Herrn Mesnager die beiden Kurven.

Obzwar es im allgemeinen sehr schwer ist, den Gleitungswinkel genau zu erhalten, ist es mir doch gelungen, durch Versuche zu beweisen, daß die Gleichung 1 und das Maß für den Gleitungswinkel denselben Wert geben, so daß die Gleichung 1 durch diese Versuche als bewiesen betrachtet werden kann.

Die Gleichung 2 findet ihren Beweis in jenen Spannungskurven, welche nach Herrn Mesnager hergestellt wurden und welche sich so schön decken, daß oft die Ungleichheiten des Materiales größer sind, als der Unterschied zwischen den Zug- und Druckspannungskurven.

Es folgt daher 1. daß die nach den Herren Prof. Rejtő und Mesnager hergestellten Zug- und Druckspannungskurven sich nicht widersprechen und daß sie nebeneinander bestehen können, 2. daß die Gleichungen 1 und 2 gleichzeitig und nebeneinander als richtige angenommen werden können, weil beide den Versuchen entsprechen; nur die Zug- und Druckspannungen erscheinen verschieden gewählt.

Nach Herrn Rejtő sind die zusammengehörigen Zug- und Druckspannungen so gewählt, daß — wenn λ die spezifische Längenvergrößerung beim Zuge und ε die spezifische Längenverminderung beim Drucke ist — zwischen diesen λ und ε die folgende Gleichung besteht:

$$(1+\lambda)^2\ (1-\varepsilon) = 1 \qquad (4)$$

Dagegen nach Herrn Mesnager

$$(1+\lambda)\ (1-\varepsilon) = 1 \qquad (5)$$

was auch aus den betreffenden Theorien hervorgeht.

Für die Darstellung der Zug- und Druckspannungskurven nach Rejtő und Mesnager sind dieselben Versuchsdaten nötig, nur die Abscissen werden verschieden ausgedrückt. Folglich können wir auf Grund der Schaubilder des Herrn Rejtő die Schaubilder nach Herrn Mesnager darstellen und umgekehrt, so daß zur Bestimmung des Gleitungswinkels eine Beanspruchungsart genügend ist.

Digitized by Google

Im Falle eines Zuges stellt man zuerst die Zugspannungskurven nach Herrn Mesnager und nach Herrn Rejtő her. Bei Herrn Mesnager ist diese zugleich die Druckspannungskurve, aus welcher durch Umrechnung auch die Druckspannungskurve nach Herrn Rejtő hergestellt werden kann. Die beiden Rejtőischen Kurven sind aber schon genügend, um den Gleitungswinkel nach Gleichung 1 bestimmen zu können.

Hat man nur die Versuchsdaten des Druckes, so werden erst die Druckspannungskurven nach Herren Mesnager und Rejtő hergestellt, dann durch Umrechnung von der Mesnagerschen Druckspannungskurve — welche zugleich als Zugspannungskurve betrachtet werden kann, die Rejtőische Zugspannungskurve. Hat man aber die beiden Spannungskurven nach Herrn Rejtő, so ist schon der Gleitungswinkel wieder bestimmbar.

Hiezu ist nur zu bemerken, daß aus der Zugspannungskurve von Herrn Mesnager nur die erste Hälfte der Rejtő-Druckspannungskurve konstruiert werden kann. Um die zweite Hälfte bekommen zu können, muß die Kurve analytisch behandelt werden. Dies geschieht sehr zweckmäßig dadurch, daß man die Mesnager-Kurve durch eine Parabel ersetzt, wodurch wir nicht nur ein Mittel zum Konstruieren der unbekannten zweiten Hälfte der Rejtő-Kurve, sondern auch eine Formel zur Berechnung des Gleitungswinkels im Falle des Zuges bekommen. Die Formel lautet:

$$\frac{q_e}{p_e} = \operatorname{tg} \beta_e = 2{\cdot}414 - 1{\cdot}414 \frac{p'}{p_e} \qquad (6)$$

worin q_e die Druckspannung, p_e die Zugspannung an der Grenze der Zähigkeit und p' eine Zugspannung ist, welche der Abscisse λ-entspricht, für welche die Formel gilt

$$1 + \lambda' = \sqrt{1 + \lambda_e} \qquad (7)$$

Da sich die in der Formel 6 vorkommenden Größen p' und p_e unmittelbar aus dem Zugschaubilde — welches auf der Zerreißmaschine registriert wird — feststellen lassen, so ist es zur Bestimmung des Gleitungswinkels nicht notwendig, die Spannungskurven zu konstruieren.

Die Versuche zeigten, daß der aus der Formel berechnete Wert des Gleitungswinkels mit jenem des Versuches gut übereinstimmt.

Digitized by Google

Mit Rücksicht auf den Zusammenhang der Theorien der Herren Prof. Rejtő und Mesnager ergibt sich also, daß der Gleitungswinkel auch aus **einer** Beanspruchungsart bestimmt werden kann; im Falle der Anwendung von Zugbeanspruchung kann die Bestimmung durch eine bequeme Formel erfolgen.

In allen speziellen Fällen also, wo nur eine Beanspruchungsart angewendet werden kann, wo die Form oder die kleine Dimension der zur Verfügung stehenden Stücke nur Zug- oder nur Druckversuche erlauben, bietet diese Methode ein gutes Hilfsmittel.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

VIII 12

ZÄHIGKEIT UND BILDSAMKEIT.

Von Dr. Ing. **Wilhelm Misángyi**, Budapest.

Die bleibende Formänderung wird von den meisten Forschern derart aufgefaßt, daß die Teilchen des festen Körpers übereinandergleiten. Während dieser Gleitung muß die zwischen den Teilchen bestehende Reibung überwunden werden, so daß diese Reibungsgrößen jene inneren Widerstände bilden, welche die äußere Kraft im Falle einer bleibenden Formänderung überwinden muß.

Die innere Reibung ist nach Herrn Rejtő eine Funktion der Kohäsion und des Reibungskoeffizienten. Sind beide konstant, so ist auch die innere Reibung eine konstante; verändert sich die Kohäsion oder der Reibungskoeffizient, so verändert sich auch die innere Reibung.

Herr Rejtő nennt jene Materialien, bei welchen die innere Reibung eine konstante ist, bildsame Materialien, dagegen jene, bei welchen sich während der bleibenden Formänderung die innere Reibung vergrößert, zähe Materialien.

Die Formbarkeit teilt sich also in die Zähigkeit und in die Bildsamkeit. Alle formbaren Materialien sind entweder zäh oder bildsam, oder zäh und bildsam. Es kommt nämlich oft vor, daß ein Material, dessen innere Reibung wächst, auch, wenn diese Reibung ihren Höchstwert erreicht hat, noch eine weitere Formbarkeit besitzt, bei welcher jedoch die erreichte größte innere Reibung konstant bleibt. Diese Materialien sind anfangs zäh und dann bildsam.

Im ungarischen Verband für die Materialprüfungen fand in den letzten Jahren eine Diskussion über die Gleichmäßigkeit der zähen Formänderung und über das Verhalten der bildsamen Materialien statt. Hinsichtlich der ersten Frage behauptete Herr

Digitized by Google

Rejtő auf Grund seiner Zugversuche, daß die bleibende Formänderung während der Zähigkeitsperiode eine gleichmäßige ist, dagegen fand Herr Bartel bei seinen Zugversuchen, daß der Probestab auch während der Zähigkeitsprobe oft konisch wurde. Um diese Frage klarzulegen, stellte ich Versuche an, zu welchen ich typische Eisensorten, weiche, mittelharte und harte, gewählt habe. Das Hauptgewicht legte ich bei diesen Versuchen auf das genaue Messen der Querschnitte. Meine Beobachtungen erstreckten sich auf 9 Querschnitte des Probestabes von 100 mm Nutzlänge und 8 mm Durchmesser. Schon die ursprüngliche Querschnittsform war keine genau zylindrische, sondern sie zeigte selbst bei sehr sorgfältig hergestellten Probestäben Differenzen von 0·19 bis 0·25%, bei den übrigen Probestäben Differenzen von 1 bis 2% der Querschnittflächen; es ergaben sich also bei einem Querschnitte von 50 mm² Unterschiede von 0·1, respektive 0·5 bis 1·0 mm² zwischen dem maximalen und dem minimalen Querschnitte. Der Zugversuch wurde nach je 5%iger Dehnung unterbrochen und erst nach genauer Feststellung der Querschnitte fortgesetzt.

Diese Zugversuche zeigten 1. daß die Genauigkeit der anfänglichen Form einen großen Einfluß auf den Verlauf der bleibenden Formänderung hat; 2. daß die veränderte Form des Probestabes den Charakter der anfänglichen Form beibehält; 3. als Folge der Ungleichheit des Materiales wird der kleinste Querschnitt an irgend einer Stelle jedoch nur dann auftreten, wenn die anfängliche Form genau bearbeitet wurde; sonst bleibt der anfänglich kleinste Querschnitt auch während der bleibenden Formänderung der kleinste, wobei aber die Differenz zwischen seiner Querschnittfläche und jener des größten Querschnittes stets wächst; 4. die veränderte Form des Probestabes kann nach einer zähen Formänderung auch konisch erscheinen, wenn die anfängliche Form schon eine konische war; nur anfänglich ist diese Form wegen der Kleinheit des Unterschiedes der Querschnitte nicht bemerkbar; nach einer gewissen bleibenden, zähen Formänderung wird aber der Unterschied größer und so die Konizität bemerkbarer. Ist die anfängliche Form genau zylindrisch, d. h. hat der Probestab auf der Nutzlänge überall genau denselben Querschnitt, so ist auch die Formänderung

Digitized by Google

bei einem homogenen Materiale eine gleichmäßige. Ist aber der Probestab nicht genau bearbeitet, so daß die Querschnitte größere Unterschiede zeigen, so erleidet naturgemäß ein jeder Querschnitt im Verhältnis zu seiner Belastung eine Verminderung.

Die zweite Frage, welche sich auf das Verhalten der bildsamen Materialien bezieht, erforderte zur Klarstellung die folgenden Versuche.

Das von Salgó-Tarján herrührende 30/60 mm gewalzte Eisen wurde vorerst in dem Zustande, in dem wir es bekommen haben, geprüft. Dann stellten wir Probestücke her, welche einen Querschnitt von 30/30 mm hatten. Diese Probestücke wurden in einer Werder-Maschine zerrissen, u. zw. nur zu dem Zwecke, um ein Material zu bekommen, welches sich vom originalen nur darin unterscheidet, daß es bereits durch einen Zugversuch in Beanspruchung genommen war. Dann haben wir von den durch Zug schon in Beanspruchung genommenen Stäben vier Stücke durch kaltes Hämmern langsam so ausgestreckt, daß der Querschnitt auf den achten Teil vermindert wurde.

Die Versuchsdaten des zerrissenen Materials gegenüber denjenigen des originalen Materiales zeigten, daß durch den einfachen Zug der größte Teil der Zähigkeit vernichtet wurde. Da es oft, wie es schon oben erwähnt wurde, vorkommt, daß anfangs die Querschnitte verhältnismäßig größere Flächenunterschiede aufweisen, wird am Ende der zähen Formänderung des Probestabes, also beim Erreichen des ersten Höchstpunktes im Zugschaubilde, der kleinste Querschnitt schon eine Verminderung erlitten haben, welche dem wirklichen Ende der Zähigkeit an jener Stelle entspricht, während sich die größeren Querschnitte mehr oder weniger noch vor diesem Zustande befinden. Da sich die Zugkraft nicht mehr vergrößern kann, wird an den dickeren Stellen ein kleiner Teil der Zähigkeit unerschöpft zurückbleiben. Dieser Umstand ist in unserem Fall die Ursache, warum nur der größte Teil und nicht die ganze Zähigkeit durch das Zerreißen vernichtet wurde.

Die Zugversuche des kalt ausgestreckten Materiales zeigten schon in der Form des Zugschaubildes, daß das Material in diesem Zustande keine Zähigkeit mehr besaß. Die Zugkraft wuchs nach einer steilen Geraden. Der Höchstwert war rasch erreicht, und nun folgte sofort die Kontraktion so, daß nur in der

Digitized by Google

Nähe der Kontraktionsstelle eine Querschnittsverminderung entstand. Auf solche Weise ergab sich für die gleichmäßige Dehnung und für die Zähigkeit ein Wert von 0, dagegen für die Festigkeit und für die maximale Härte durchschnittlich 74·70 kg/mm² gegenüber der ursprünglichen Festigkeit von 33·55 kg/mm² und maximalen Härte von 40·63 kg/mm².

Die Druckversuche mit dem kalt ausgestreckten Material zeigten ebenfalls, daß das Material seine Zähigkeit ganz verloren hatte und nur bildsam geblieben war. Das heißt, daß das Material noch immer eine Art der Formbarkeit besaß, welche aber nur bei einer konstanten inneren Reibung geschehen konnte. Es wurden nämlich die auf die Einheit der veränderten Querschnitte fallenden Druckspannungen berechnet, und es waren diese so lange konstant, bis die Höhe des zusammengedrückten Probestückes im Verhältnis zum Durchmesser schon zu klein geworden war.

Es ist also ersichtlich, daß die Zähigkeit durch kalte Beanspruchungen vermindert, sogar ganz vernichtet werden kann, dagegen die Bildsamkeit nicht.

Ein weiterer Unterschied zwischen dem ursprünglichen und dem kalt ausgestreckten Material besteht im Werte der Kohäsion, welcher von 118·7 kg/mm² auf 169 kg/mm² stieg. Die Annahme, daß diese Vergrößerung der Kohäsion einer Verfeinerung der Körner zuzuschreiben ist, wurde durch mikroskopische Untersuchungen erhärtet, welche gezeigt haben, daß das ausgestreckte Material sehr feinkörnig war, während das ursprüngliche Material große Körner und Kristalle zeigte.

Das ursprünglich zähe und bildsame Material hat also in Folge des kalten Schmiedens die Zähigkeit ganz verloren, die Bildsamkeit aber beibehalten. Das so gewonnene Material besaß also noch immer eine Art der Formbarkeit, die einer konstanten inneren Reibung entspricht. Es ist dies die bildsame Formänderung. Dieses Material bietet ein sehr schönes Beispiel für ein nur bildsames Material, welches aber zugleich eine sehr hohe Festigkeit besitzt. Die ursprüngliche Festigkeit von 33·55 kg/mm² wurde durch das kalte Hämmern über den doppelten Wert, das heißt auf 74·70 kg/mm² erhöht, und das Material ist doch nicht spröd geworden, sondern es blieb noch immer formbar, weil die Bildsamkeit nicht vernichtet oder vermindert werden konnte.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

IX1

BERICHT DER EISENBETONKOMMISSION.

Vorgelegt vom Präsidenten der Kommission 41, Prof. **F. Schüle**, in Zürich.

Über Beschluß des Brüsseler Kongresses hat der Vorstand im Jahre 1907 eine internationale Kommission zum Studium des Eisenbetons eingesetzt, deren Leitung Herr Considère in Paris zu übernehmen die Güte hatte. Da Herr Considère sich infolge beruflicher Überbürdung gezwungen sah, unbeschadet seiner Mitgliedschaft in der Kommission, diese Funktion anfangs 1908 niederzulegen, so hat der Berichterstatter über Einladung des Vorstandes die Leitung der Kommission übernommen. Diese hatte im Frühjahr 1909 folgende Zusammensetzung:

Präsident: F. Schüle, Professor am Eidg. Polytechnikum und Direktor der Eidg. Materialprüfungsanstalt in Zürich.

Vizepräsidenten: W. Germelmann, Geh. Oberbaurat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Berlin.

A. N. Talbot. Professor University of Illinois, Urbana, Illinois.

Mitglieder: W. H. Warren, Professor of Engineering University of Sydney.

Paul Christophe, Ing. principal des ponts et chaussées, à Bruxelles.

T. Grut, Hauptmann des kgl. dän. Geniekorps, Kopenhagen.

E. Suenson, Professor der Baumaterialienkunde der kgl. techn. Hochschule in Kopenhagen.

Bürstenbinder, Baurat der Baupolizei, Hamburg.

Alf. Hüser, Ingenieur in Obercassel.

A. Martens, Dr. Ing., Professor, Geh. Ober-Regierungsrat, Direktor des kgl. Materialprüfungsamtes, Gr.-Lichterfelde W.

Digitized by Google

E. Züblin, Ingenieur in Straßburg i. E.

Max Clarke, F. R. I. B. A. London.

W. Dunn, Vertreter des Concrete Institute, London.

Edwin O. Sachs, F R. S. E. Chairman of The British Fire Prevention Committee, London.

W. C. Unwin, Dr. Professor, Vertreter der Institution of Civil Engineers, London.

A. Considère, Insp. gén. des ponts et chaussées en retraite, Paris.

R. Feret, chef du lab. des ponts et chaussées, Boulogne s. M.

A. Mesnager, Professeur, Ingenieur en chef des ponts et chaussées, directeur des lab. à l'Ecole des ponts et chaussées, Paris.

Ch. Rabut, Ing. en chef des ponts et chaussées, Versailles.

M. Tricon, directeur de la Société des travaux en béton armé, Paris.

S. J. Rutgers, Ingenieur im Stadtbauamt, Rotterdam.

Silvio Canevazzi, Prof. à l'Ecole d'Ingénieurs de Bologne.

Camillo Guidi, Prof. à l'Ecole d'Ingénieurs de Turin.

Claudio Segré, ing. en chef de l'Institut experimental des chemins de fer de l'Etat à Rome.

Kgl. norwegisches Wegebaudirektorat in Christiania.

V. Brausewetter, Ingenieur, Betonbauunternehmer, Wien.

F. von Emperger, Dr., Oberbaurat, Wien.

B. Kirsch, Prof. der k. k. technischen Hochschule, Wien.

J. Melan, Dpl. Ing., Prof. der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag.

Exc. Belelubsky, Dr. Ing., Professeur, Directeur du Labor. méc. de l'Institut imp. des voies de comm., St. Pétersbourg.

S. Droujinine, Prof. à l'Institut polytechnique de St. Pétersbourg.

R. Maillart, Ingenieur in Firma Maillart & Co. in Zürich.

Des. Nagy, Professor am Polytechnikum, Budapest

Sam. Pecz, Professor am Polytechnikum, Budapest.

Jos. Schustler, Zivil-Ingenieur, Budapest.

Rich. Zielinski, Dr. (Szilard), Professor am Polytechnikum, Budapest.

E. Turneaure, Dean of the College of Mechanics and Engineering, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin.

Im Oktober 1908 ist die Kommission in Brüssel zu einer Sitzung zusammengetreten, an welcher 19 Mitglieder als Vertreter

Digitized by Google

aus 9 Ländern teilnahmen. Die wichtigste Aufgabe dieser Sitzung war die Aufstellung eines Arbeitsprogrammes, speziell in Hinsicht auf den Kopenhagener Kongreß. Es wurden folgende Beschlüsse gefaßt:

1. Ein Mitglied jedes Landes soll in einer ihm geeignet erscheinenden Form eine Übersicht der auf dem Gebiete des Eisenbetons unternommenen oder geplanten wissenschaftlichen Untersuchungen vorlegen.

2. Dieser Bericht soll auch die in jedem Lande giltigen Kontrollmaßnahmen für Eisenbeton umfassen.

3. Eine Unterkommission soll einen Vorschlag auf einheitliche Bezeichnungen in den statischen Berechnungen des Eisenbetons und auf eine einheitliche Gruppierung der aus den Versuchen gewonnenen Größen und Ergebnisse erstatten, um das Studium der bezüglichen wissenschaftlichen Arbeiten zu erleichtern. Diese Kommission besteht aus folgenden Herren: Melan (Prag), Mesnager (Paris), Maillart (Zürich), Rutgers (Rotterdam), Sachs (London).

4. Endlich wurden zwei Berichterstatter für folgende wichtige Fragen ernannt.

Herr von Emperger in Wien sollte über Unfälle in Eisenbetonbauten, Herr Rabut in Paris über das experimentelle Studium der Eisenbetonkonstruktionen im Betriebe berichten.

Bezüglich der Punkte 1 und 2 sind dem Präsidenten folgende Berichte zugekommen:

Von H. Geheimrat Germelmann für Deutschland.
Von H. Prof. Benetti für Italien.
Von H. Prof. Suensen für Dänemark.
Von H. Ing. Rütgers für Holland.
Vom Berichterstatter selbst für die Schweiz.

Diese Arbeiten sind diesem Kommissionsbericht als Beilage in der Originalsprache angeschlossen. Sie zeigen, welche Ausdehnung die methodische Prüfung des Eisenbetons gewonnen hat.

Die wichtigsten und umfassendsten Untersuchungen sind indessen noch im Zuge und wenn es auch wenig wahrscheinlich ist, daß sie wesentliche Änderungen in den aus den ersten Versuchen gezogenen Schlüssen herbeiführen werden, so ist es doch angezeigt, ihre Ergebnisse abzuwarten, bevor endgiltige Vorschläge zur Lösung der zahlreichen Fragen, die sich im Eisenbeton aufwerfen, erstattet

Digitized by Google

werden. Die Tätigkeit der Kommission wird durch diesen Umstand wesentlich aufgehalten.

Man darf übrigens nicht erwarten, daß eine größere Zahl analoger Versuchsergebnisse eine genauere Berechnung der in den Eisenbetonkonstruktionen unter der Einwirkung äußerer Kräfte auftretenden inneren Spannungen zulassen wird. Es werden immer zwei Arten von Fragen zu unterscheiden sein, die durch die Versuche zu lösen sind:

a) die Frage nach dem Verlaufe der Erscheinungen und Formänderungen, die durch die Einwirkung der äußeren Kräfte verursacht werden und die von der besonderen Beschaffenheit des Eisens und des Betons, vom Alter, der Zusammensetzung und der Herstellungsweise des letzteren abhängen. Es ist dies die beschreibende, experimentelle Erforschung des Eisenbetons;

b) die Frage nach der Größe der inneren Spannungen, die von der ersten Formänderung an bis zum Bruch auftreten, eine Frage, die den Zweck hat, den wirklichen Sicherheitsgrad festzustellen, der einer bestimmten Last entspricht und die noch zulässigen Spannungen des Metalls und des Betons kennen zu lernen. Es ist dies die Untersuchung über die Festigkeit des Betons.

Der Verlauf der Erscheinungen und Formänderungen wird mit genügender Genauigkeit ohne Zuhilfenahme von absoluten Ziffern beschrieben werden können. Ihr Studium wird dazu beitragen, das Urteil des Ingenieurs auszubilden.

Bei der Bestimmung der Festigkeit dagegen bedeuten die Ziffern Alles. Aber sie bewegen sich beim Beton in so weiten Grenzen, daß — sobald der Beton in der Festigkeit eines Teiles des Bauwerks die entscheidende Rolle spielt — eine Genauigkeit in der Praxis ausgeschlossen ist. Das, was man als statische Berechnung bezeichnet, ist und bleibt ein approximatives Verfahren, welches den Beweis erbringt, daß unter normalen oder selbst mittelmäßigen Ausführungsbedingungen die inneren Spannungen niedrig genug bleiben, um die Sicherheit des Bauwerks zu verbürgen.

Das Rechnungsverfahren wird sich nicht auf die besterzielten Resultate stützen können, sondern auf solche Ergebnisse, die nur Beton mittlerer Qualität aufweist.

Indem der internationale Verband das Studium des Eisenbetons in sein Programm aufgenommen hat, hat er seinen Arbeiten

Digitized by Google

ein weites Feld eröffnet. Bezüglich der anderen Baumaterialien gilt seine Tätigkeit hauptsächlich den Prüfungsmethoden; hat man Grund, auch für den Eisenbeton das Forschungsgebiet des Verbandes so zu begrenzen? Um zu allgemeinen und wissenschaftlichen Resultaten zu kommen, dürfte es angezeigt sein, nur all das auszuschließen, was auf die eingehendere Verwendung einer bestimmten Konstruktion oder auf den relativen Wert verschiedener Systeme der Eiseneinlagen hinzielt.

Die Aufgabe würde sich daher auf folgendes beschränken:

1. Auf das allgemeine Studium der Eigenschaften des auf Biegung, Druck, Abscherung usw., d. h. durch äußere Kräfte beanspruchten Eisenbetons.

2. Auf das Studium der physikalischen Eigenschaften des Eisenbetons, speziell des Einflusses der Temperatur, des Schwindens an der Luft, des Aufblähens unter Wasser.

3. Auf das Studium des Einflusses äußerer Agentien, wie Süßwasser, Salzwasser, Wasserdampf, Rauch, schwefelige Säure, Ammoniak, Öle, Teer, elektrische Ströme.

4. Auf das Studium der Unfälle und ihrer Ursachen.

5. Auf das Studium der praktischen Prüfungsverfahren und auf die Kontrolle des Eisenbetons.

Alle diese Untersuchungen sind schon in den verschiedenen Ländern Gegenstand hervorragender Arbeiten; die wesentlichste Aufgabe des Verbandes wäre die, die erhaltenen Resultate zu gruppieren und hiedurch den noch vorzunehmenden Untersuchungen nützliche Anregungen zu geben, ferner eine ständige Berührung zwischen den mit diesen Fragen beschäftigten Ingenieuren zu unterhalten.

Es obliegt der Eisenbetonkommission, ein genaues Programm für die von einem bis zum anderen Kongreß auszuführenden Arbeiten aufzustellen, denn es dürfte kaum möglich sein, alle Fragen gleichzeitig in Angriff zu nehmen. Es wäre gut, die Kongreßverhandlungen über diesen Gegenstand auf das zu befolgende Arbeitsprogramm zu konzentrieren, um der Kommission über die Wünsche der Verbandsmitglieder eine Orientierung zu geben.

Die Aufgabe, die der unter dem Vorsitze des Herrn Professors Melan stehenden Unterkommission obliegt, hat den Zweck, die Gegenüberstellung der Versuchsergebnisse zu erleichtern, sowohl durch die Einführung gleichartiger Benennungen, als auch durch

Digitized by Google

die systematische und vereinheitlichte Festlegung aller Einzelheiten, welche bei jeder Versuchsreihe in Betracht kommen. Der erste Teil dieser Aufgabe ist durch die Verfassung einer vollständigen Nomenklatur bereits gelöst, die der Kommission noch unterbreitet werden soll, bevor sie den Gegenstand eines Antrages vor dem Kongreß bilden wird. Es handelt sich da um eine Vorarbeit von der größten Wichtigkeit.

Digitized by Google

IX 1 a

WISSENSCHAFTLICHE VERSUCHE UND VERSUCHE ZUR KONTROLLE DER BAUAUSFÜHRUNG AUF DEM GEBIETE DES EISENBETONBAUES IN DEUTSCHLAND.

Mitgeteilt vom Deutschen Ausschuß für Eisenbeton, Berlin.

Mit der Entwicklung des Eisenbetonbaues in Deutschland lief die Ausführung einer großen Anzahl von Versuchen Hand in Hand, an denen die verschiedensten, auf dem Gebiete des Eisenbetonbaues arbeitenden Firmen und Forscher beteiligt waren.

Einer besonderen Förderung hatte sich die Versuchstätigkeit zu erfreuen durch den vom Kuratorium der Jubiläumsstiftung der Deutschen Industrie im Jahre 1903 ins Leben gerufenen Ausschuß, dem es obliegen sollte, die wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiete des Eisenbetonbaues in systematischer Weise aufzunehmen und zwar unter Würdigung der bis dahin auf diesem Gebiete durchgeführten Versuche, sowie unter Berücksichtigung der Bedürfnisse der ausführenden Technik.

Ferner wirkten anregend auf die Durchführung von Versuchen der Erlaß der preußischen vorläufigen „Bestimmungen für die Ausführung von Konstruktionen aus Eisenbeton bei Hochbauten vom 16. April 1904“, sowie das Erscheinen der vom Verbande Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine und dem Deutschen Betonverein im Jahre 1904 aufgestellten „Vorläufigen Leitsätze für die Vorbereitung, Ausführung und Prüfung von Eisenbetonbauten“.

Einen Mittelpunkt aller dieser Bestrebungen bietet der im Jahre 1907 vom preußischen Minister der öffentlichen Arbeiten berufene Deutsche Ausschuß für Eisenbeton, welcher Vertreter des Deutschen Reiches und aller größeren deutschen Staaten, die

Digitized by Google

Vorsteher der sämtlichen deutschen technischen Versuchsanstalten, Abgesandte des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine, des Deutschen Betonvereines, des Vereines deutscher Portlandzement-Fabrikanten, des Vereines deutscher Ingenieure, des Vereines deutscher Eisenhüttenleute und andere auf dem Gebiete des Eisenbetons erfahrene Männer vereinigt, um die vielen noch offenen Fragen einer Lösung entgegenzuführen. Dieser Ausschuß beschäftigt sich zur Zeit mit der Planung und Durchführung von Versuchen auf Grund nachfolgender drei Arbeitspläne.

Arbeitsplan I.

Der Arbeitsplan I bezweckt die Erforschung der Eigenschaften des Betons, er umfaßt die Versuche mit reinen Betonkörpern.

Die Versuche sind zerlegt in Druckversuche, Biegeversuche, Zugversuche, Drehversuche und Scherversuche. Bei den Druckversuchen sind Nebenreihen vorgesehen zur Ermittlung der gesamten und der bleibenden Formänderungen, bei den Biegeversuchen Nebenreihen mit verschiedenen Abmessungen der Versuchskörper, bei den Zugversuchen Nebenreihen mit wechselnder Zug- und Druckbeanspruchung der Versuchskörper.

Zur Verwendung gelangen in zwei verschiedenen Mischungsverhältnissen hauptsächlich zwei charakteristisch von einander verschiedene Sand- und Kiesmaterialien. Die Druckversuche werden mit zweierlei Zementen und mit zweierlei Wasserzusätzen durchgeführt. Hierzu kommen Zusammensetzungen von Sanden mit Steinschlag, von Quetschsanden mit Steinschlag und von Schlackensanden mit Steinschlag.

Die Körper werden teils in zwei, teils in drei, teils in fünf Altersklassen geprüft und zwar nach 28 Tagen, 90 Tagen, 1 und 2 sowie x Jahren.

Arbeitsplan II.

Der Arbeitsplan II behandelt die Beobachtung des Verhaltens von Eisen im Mauerwerk.

Durch die Versuche soll ermittelt werden:

1. ob Eisen in verschiedenartigem Mauerwerk mehr oder weniger dem Rostangriff ausgesetzt oder davor geschützt ist;

Digitized by Google

2. welche Haftfestigkeit zwischen dem Mörtel und der Oberfläche des Eisens eintritt;

3. ob und welchen Einfluß eine verschiedenartige Oberflächenbeschaffenheit des Eisens, Anstrich, Rostdecke, Verzinkung usw. auf die genannten Eigenschaften ausübt, ob die größere oder geringere Entfernung der Eiseneinlage zur Außenfläche des Versuchskörpers von Einfluß ist und ob chemische Verbindungen zwischen Mörtel und Eisen anzunehmen sind.

Zur Klärung dieser Fragen sind drei Gruppen von Versuchen vorgesehen:

a) Versuche auf Haftfestigkeit und Rosten an Körpern aus Ziegelmauerwerk und aus Bruchsteinmauerwerk, das Mauerwerk mit verschiedenen Mörteln hergestellt, Lagerung in der Luft.

b) Versuche auf Rosten und chemisches Verhalten an kleinen Mörtelkörpern.

c) Versuche auf Dauer und Rostangriff, eventuell auf Haftfestigkeit mit Eisenstäben in Mauerkörpern von verschiedenem Mörtel bei Lagerung in der Luft und in verschiedenen Wässern.

Arbeitsplan III.

Da der Arbeitsplan III für den Eisenbetonausschuß des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik von besonderem Interesse ist, wird er im folgenden ausführlicher mitgeteilt.

Übersicht über den vorläufigen Arbeitsplan III Eisenbetonversuche.

I. Allgemeine Versuche.

A. Versuche über den Gleitwiderstand und Rostschutz.

a) Vorversuche.

1. Einfluß des Wasserzusatzes, Einfluß verschiedener Sande und Zuschläge, Einfluß des Mischungsverhältnisses.

2. Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit des Eisens.

Zug- und Biegungsversuche mit Rundeisen von verschiedenem Querschnitt, blank, Handelseisen mit Walzhaut ohne Rost, von losem Rost gereinigtes Eisen, rostiges Eisen, eingeschlemmtes Eisen.

Digitized by Google

Zug- und Biegungsversuche mit Handelseisen, und zwar mit Rundeisen, Winkeleisen, Flacheisen und Profileisen von gleicher Haftfläche.

Zug- und Biegungvsersuche mit gewöhnlichem Rundeisen, Kanteneisen, eingekerbtem Eisen, schraubenförmig gedrehtem Eisen usw.

3. Einfluß ungenügender Umhüllung der Eisen mit Betonmörtel.

Zugversuche mit Eisen nahe dem Rande und in der Mitte der Betonkörper.

Biegungsversuche mit Eisen ganz nahe dem unteren Rande der Betonkörper und mit Eisen, deren gegenseitiger Abstand sehr gering ist.

4. Einfluß der Erhärtung an der Luft, im Wasser, bei Frost, sowie unter dem Einfluß von Feuer und heißem Dampf.

5. Einfluß von Erschütterungen während der Herstellung und des Abbindens der Betonkörper auf den Gleitwiderstand.

6. Einfluß verschiedener Belastungsvorgänge bei Zug und Biegung.

Allmähliche Steigerung der Last.
Wiederholte Belastung.
Stoßweise Belastung.
Als Dauerversuch:

7. Versuche über den Rostschutz bei ganzen Konstruktionsteilen.

Mit rostigem und reinem Eisen bewehrte Betonplatten sollen unter ungünstigen Verhältnissen aufbewahrt und später belastet werden.

b) Hauptversuche.

1. Versuche zur Ermittlung der Größe des Gleitwiderstandes beim Herausziehen der Eisen aus dem Beton.

2. Versuche zur Ermittlung der Größe des Gleitwiderstandes bei Biegung.

Versuche an Platten und Plattenbalken.

Digitized by Google

B. Versuche über die Dehnungsfähigkeit des bewehrten Betons.

Versuche an rechteckigen Balken und an Plattenbalken.

Untersuchung der Nebenspannungen.

Verschiedene Bewehrungsprozente bei verschiedener Aufteilung des Eisenquerschnitts, verschiedene Mischungen und Wasserzusätze.

Erhärtung an der Luft und im Wasser, einseitige und allseitige Wärmebestrahlung.

Verschiedene Belastungszustände.

Vergleich mit unbewehrtem Beton.

Prüfung der durch die Vorschriften gegebenen Sicherheit gegen Zugrisse im Beton.

C. Versuche über die richtige Bewehrung gegen Schubkräfte.

Versuche an rechteckigen Balken und an Plattenbalken mit verschiedener Anordnung der Hauptbewehrung und der Bügel.

D. Versuche über den Einfluß der Stoßverbindungen im Eisen bei Zug, Biegung und Druck.

Versuche mit folgenden Stoßanordnungen:

1. Einfaches Übergreifen der Eisen.
2. Übergreifen der Eisen, die Enden sind mit Haken versehen.
3. Wie vor, jedoch mit Draht umwickelt.
4. Direkter Haken.
5. Stoß durch Lascheneisen.
6. Direkter stumpfer Stoß.
7. Stoß durch Schweißung.

II. Besondere Versuche mit einzelnen Konstruktionsteilen.

A. Versuche mit Balken und Platten.

1. Balken (Platte), rechteckiger Querschnitt, einfache Bewehrung, an zwei Seiten aufliegend.

Prüfung der Berechnungsmethode.

Bei der Auflagerung soll unterschieden werden:

Vollständig freie Auflagerung,

freie, seitlich geschlossene Auflagerung,

teilweise und volle Einspannung,

Zusammenwirken von Balken und Auflager als Rahmen.

Digitized by Google

2. Platte, rechteckiger Querschnitt, doppelte Bewehrung, an zwei Seiten frei aufliegend.

3. Platte, quadratisch und rechteckig, an allen vier Seiten frei aufliegend.

Feststellung einer Berechnungsmethode.

Berechnung parallel zu den Seiten und Bewehrung in Richtung der Diagonale.

4. Platte, an allen vier Seiten teilweise und voll eingespannt.

5. Durchgehende Platte über drei Stützen.

a) Feste Stützen, gleiche Feldweiten, frei drehbare Auflager.

b) Elastische Stützen, gleiche Feldweiten, frei drehbare Auflager.

c) Feste Stützen, gleiche Feldweiten, Auflager nicht frei drehbar, teilweise eingespannt.

d) Durchgehende Platte über frei aufliegenden Rippen aus Eisenbeton.

e) Durchgehende Platte über frei aufliegenden I Trägern unter gewisser Anspannung der Oberflanschen der Träger.

6. Durchgehende Platte über 3 Stützen, aber mit ungleicher Felderteilung.

B. Versuche mit Plattenbalken.

1. Versuche mit einfachen Plattenbalken.

a) Versuche über den Einfluß der Deckplattenbreite, Aufschluß über die Mitwirkung der Platte als Druckgurt, Prüfung der zur Zeit angewandten Berechnungsmethode.

b) Feststellung des Einflusses aus dem Verhältnis der Deckplattenstärke zur Deckplattenbreite und zur Rippenhöhe auf die Mitwirkung der Platte als Druckgurt.

c) Feststellung des Einflusses der doppelten Beanspruchung der Platte in zwei senkrecht zueinander stehenden Richtungen auf die Biegungsfestigkeit der Platte. Vergleich mit einfach beanspruchten Platten.

d) Versuche mit Randträgern, sonst wie bei a.

e) Versuche an Plattenbalken mit obenliegenden Rippen zur Ermittlung des Wertes einer Druckbewehrung an der Oberseite der Trägerrippen.

Digitized by Google

2. Versuche mit Randträgern und Gurtträgern.

Anordnung derart, daß sich die Druckspannungen in der Deckenplatte addieren. Ausdehnung des Versuches auf die Kassettendecke.

3. Versuche mit durchgehenden Plattendecken.

Drei feste Stützen, gleiche Feldweiten, frei drehbare Auflager, Plattenbalken mit und ohne Voute. Plattenbalken mit Bewehrung nach verschiedenen Gesichtspunkten.

C. Versuche mit Säulen.

1. Vorversuche über den Wert der verschiedenen Bügelbewehrung.

2. Vorversuche über die Wirkung der Aufteilung des Eisenquerschnittes der Bügelbewehrung.

3. Vorversuche über den Einfluß der Bügelstärken.

4. Hauptversuche:

a) mit Bewehrung durch Bügel,
b) mit Bewehrung durch Spiralen und Ringe,
c) mit Bügelbewehrung ohne Längsbewehrung,
d) Versuche zur Festsetzung der Knickfestigkeit.

Es sind ferner vorgesehen:

Versuche über Feuersicherheit,

Versuche über das Verhalten von Eisenbeton gegenüber Elektrizität.

Bemerkung: Näheres über die bis jetzt auf dem Gebiete des Eisenbetonbaues bereits durchgeführten und veröffentlichten Versuche sowie über die zur Zeit abgeschlossenen, aber noch nicht der Öffentlichkeit übergebenen Versuche findet sich in einem Verzeichnisse, welches auf dem Kongreß gesondert überreicht werden soll.

Versuche zur Überwachung der Bauausführung.

Zur Überwachung der Ausführung von Eisenbetonbauten sind in Deutschland bisher Versuche mit reinen Betonwürfeln üblich.

Durch die zur Zeit für Eisenbetonbauten in Geltung befindlichen Vorschriften wird bestimmt, daß die Würfel 30 cm Seitenlänge besitzen müssen.

Digitized by Google

Die im Jahre 1908 vom Deutschen Ausschuß für Eisenbeton aufgestellten „Bestimmungen für Druckversuche bei der Ausführung von Bauten aus Stampfbeton“ enthalten als Fußnote die Bemerkung, daß diese Bestimmungen für Probekörper aus Stampfbeton — sinngemäß angewandt — bis auf weiteres auch Geltung beanspruchen können für die Anfertigung und Prüfung von Probekörpern bei der Ausführung von Eisenbetonbauten.

Genauere Vorschriften für die Anfertigung der Versuchskörper bei der Ausführung von Eisenbetonbauten gibt es zur Zeit noch nicht. Der Schaffung solcher genauerer Vorschriften wird demnächst nähergetreten werden.

Digitized by Google

IX1b

EXPÉRIENCES ET ESSAIS DE CONTRÔLE SUR LE BÉTON ARMÉ EN ITALIE

Rapport de M. **J. Benetti** à Bologne.

Les études expérimentales sur la résistance des matériaux ont pris en Europe et en Amérique dans les dernières années un essor nouveau, en vue d'atteindre une amélioration sérieuse et permanente dans les procédés constructifs. A côté des Écoles pour les ingénieurs et des bureaux techniques des grandes administrations et des grandes usines, peu à peu se sont formés, presque partout, des laboratoires destinés à reconnaître les propriétés et les coefficients de résistance des matériaux employés couramment dans les constructions. L'Italie a suivi ce mouvement: une Association nationale pour l'étude des matériaux a été constituée dans notre pays, elle a su se faire valoir auprès du Gouvernement, de sorte que, en peu d'années, on est arrivé à établir des prescriptions officielles sur les qualités que les matériaux de construction doivent présenter, et à organiser un service de contrôle et d'essai pour les travaux de l'État. Les administrations publiques ou privées qui le désirent, peuvent en profiter pourvu qu'elles se soumettent au payement d'une faible redevance, fixée par un tarif officiel. L'Italie a été partagée en régions desservies chacune par un laboratoire expérimental d'essai. L'Administration des chemins de fer de l'État a installé à Rome un Institut central d'essai pour les matériaux et pour les travaux qui l'intéressent directement. Le service d'essai et contrôle pour les travaux courants, publics et privés, est fait par les laboratoires expérimentaux annexés aux Écoles des ingénieurs de Palerme, de Naples, de Rome, de Bologne, de Padoue, de Milan et de

Digitized by Google

Turin, à l'École navale de Gênes et à l'Institut technique de Florence.[1])

Tous ces laboratoires ont été créés, ou considérablement augmentés, dans un délai relativement assez court, en vue des expériences techniques, mentionnées dans les prescriptions officielles, et que maintenant ils exécutent couramment. Plusieurs d'entre eux cependant sont aussi pourvus, d'une manière plus ou moins complète, des moyens nécessaires pour entreprendre des expériences de nature scientifique. Des recherches intéressantes ont été faites sur les pierres naturelles et sur les métaux, mais ici il ne peut être question que des études concernant le béton armé, et incidemment de celles qui se rapportent aux agglomérants hydrauliques et aux mortiers.

A ce point de vue il faut rappeler avant tout les travaux très importants de l'Institut expérimental des Chemins de fer de l'État, qui ont parus presque seulement sous forme de cahiers de charge dans les publications:

a) Prescrizioni tecniche pei materiali da impiegarsi nei lavori delle Ferrovie dello Stato (Tip. G. Civelli, Roma 1908).

b) Capitolato generale tecnico di appalto delle opere, che si eseguiscono dall' Amministrazione delle Ferrovie dello Stato (Tip. G. Civelli, Roma 1906).

En suite il y a eu les séries d'expériences faites dans tous les laboratoires d'essai italiens pour le choix d'un sable normal. Le bulletin de l'Association italienne[2]) pour l'étude des matériaux contient des renseignements assez intéressants sur plusieurs recherches ayant caractère scientifique, entre autres; le mémoire sur la Granulométrie de M. G. Salemi, Pace; les expériences de M. M. Greco de Palerme sur la résistance des mortiers et des bétons à l'effort tranchant; et celles faites à Bologne par MM. S. Canevazzi et A. Landini d'abord sur l'influence que le façonnage des échantillons d'essai a sur les résultats des expériences, et après pour une étude sur l'emploi des mortiers secs et des mortiers plastiques dans les essais de laboratoire.

[1]) Les directeurs de ces laboratoires sont, dans le même ordre, M. C. Segrè (Rome), M. G. Salemi-Pace (Palerme), M. E. Isè (Naples), M. C. Ceradini (Rome), M. S. Canevazzi (Bologne), M. V. L. Rossi (Padoue), M. A. Sayno Milan), M. C. Guidi (Turin), M. M. Panetti (Gênes), M. G. Bellotti (Florence).

[2]) On se rapporte aux publications faites par l'Association italienne pour l'étude des matériaux, car une analyse détaillée entraînerait trop loin.

Digitized by Google

Soit que l'attention des expérimentateurs italiens ait été attirée avec préférence sur les matières premières, soit aussi peut-être souvent à défaut de moyens suffisants, les travaux de recherche par rapport au béton armé ont été faits, mais la plupart du temps avec des vues industrielles. L'institut expérimental des Chemins de fer de l'État a fait plusieurs recherches intéressantes; entre autres sur les pieux en béton armé pour pilotis. A Bologne on a fait une étude comparative entre les dalles armées avec barrettes et celles contenant du métal déployé, et à Gènes, M. Panetti[1]) s'est livré à une analyse très intéressante et très remarquable sur la résistance des cylindres et des réservoirs.

M. L. V. Rossi a fait à Padoue des essais sur le béton armé et sur les conditions de résistance des constructions résultantes de la combinaison du métal avec le béton de ciment Portland. Le Génie militaire s'est occupé aussi d'une manière très-suivie du béton armé: les travaux du Général Caveglia et du Colonel Marzocchi sont très connus et appréciés. Une série cependant méthodique d'expériences et de recherches sur les propriétés du béton armé n'a été faite qu'à Turin, où M. C. Guidi, professeur à l'Ecole polytechnique essaye le béton armé depuis l'année 1900.

D'abord il a fait connaître les résultats des essais, qu'il a fait sur l'adhérence du fer au béton; sur l'élasticité et la résistance à la traction, à la compression, à la flexion; signalant l'action de frettage produite par l'armature dans les pièces comprimées.[2]) En 1901 M. Guidi rend compte d'autres essais du même genre

[1]) Panetti, Una esperienza comparativa sulle travi in béton armé Hennébique (Ingegneria civile, Torino 1902).

Misura dell freccia di incurvamento come mezzo di collaudo delle costruzioni in cemento armato (Ingegneria civile, Torino 1903).

Studio statico dei serbatoi cilindrici in cemento armato (Genio Civile, Roma 1906).

Notizie sul laboratorio della R. Scuola Navale (Genova 1908).

[2]) Guidi. Esperienze sull' elasticità e resistenza dei conglomerati di cemento semplici ed armati. Due memorie. Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino 1900—1901.

Risultati sperimentali sui conglomerati semplici ed armati. Atti della Società degli ingegneri e degli architetti di Torino 1905 e 1906.

Sull' unione dei ferri nelle costruzioni in beton armato. Atti della Società degli ingegneri ed architetti di Torino 1906.

Esperienza sull' elasticità e resistenza a compressione di una colonna in béton fretté.

Digitized by Google

sur les bétons de dosage différent et après en 1905—1906 il s'occupa de 300 essais, faits à la demande de la Commission du béton armé nommée par la Société des Ingénieurs de Turin. Il s'agit d'essais de laboratoire, aussi bien que d'essais sur piliers et sur poutres de grandes dimensions. Dans ce travail on considère l'action de la gelée sur le béton; l'influence du frettage, de la résistance au cisaillement, de l'adhérence et des efforts engendrés dans le fer pendant le durcissement du béton. En 1906 M. Guidi a publié une étude comparative sur la résistance des différents systèmes d'union des fers dans le béton armé, dont il avait été question au Congrès de Bologne en 1903; soudures ordinaires, soudures oxyacétyléniques; assemblages par manchons en écrous; assemblages par adhérence (superposition ou doublure des fers sur une longueur de 30 diamètres). Maintenant il a mis en train des essais sur des grandes poutres armées avec fers américains. Toutes ces expériences sont très-appréciées et ont beaucoup profité à la Commission italienne du béton armé.

Au commencement de l'emploi du béton armé, les essais de contrôle courant pour les constructions faites avec ce matérial n'étaient pas uniformes en Italie. Ordinairement les travaux étaient exécutés par des maisons spécialistes et on les recevait après un essai de chargement sans fissuration, souvent avec un poids égal à une fois et demie la charge prévue, avec la condition que la flèche de flexion ne dépassât pas le millième de la portée. Cette pratique, par trop empirique, a été l'objet de discussion au sein de l'Association italienne pour l'étude des matériaux, qui a fini avec la présentation d'un module de prescriptions pour les constructions en béton armé, approuvé au Congrès de Pérouse (1906). Ces prescriptions ont été acceptées en suite par le Gouvernement italien, et sont devenues officielles après l'arrêt ministériel du 10 janvier 1907. Dès cette époque les administrations publiques et privées tendent à uniformer leurs cahiers de charges aux règles établies par l'État, et l'on a raison de croire que bientôt celles-ci seront toujours suivies dans tous les travaux.

Les prescriptions officielles italiennes pour les ouvrages en béton armé ne diffèrent pas beaucoup de celles en usage dans les autres pays, et on peut en prendre connaissance par le journal „Le ciment“ qui les reproduit dans les numéros 9 et 10 (septembre et octobre) de l'année 1906. Ces prescriptions demandent d'abord

Digitized by Google

un projet complet de l'ouvrage à bâtir avec calcul de résistance fait sur la base de la théorie limite supérieure[1]), c'est-à-dire en acceptant:

a) le principe de la conservation des sections planes;

b) la proportionnalité des efforts intérieurs à la distance que chaque élément de la surface résistante a de l'axe de rotation de la section, dans l'hypothèse que le métal résiste aussi bien à la traction qu'à la compression, que le béton résiste uniquement aux efforts de compression, et que le rapport m entre les deux modules d'élasticité soit constant et égal à dix (m = 10). Dans le cas de la tension ou compression simple, l'axe de rotation tombe à distance infinie; c'est-à-dire l'effort résistant est uniformément distribué dans la section effectivement résistante.

Ensuite les prescriptions officielles imposent un contrôle très exact des qualités des matériaux employés et des soins de mise en œuvre avec essais dans un laboratoire expérimental officiel. Finalement, avant que la construction achevée soit reçue, elle doit être soumise à un essai de chargement, sans fissurations et sans que la flèche ou déformation théorique soit dépassée.

La charge maximum par cm^2 admise pour le béton est un cinquième de la charge de rupture par compression, contrôlée sur cubes de 12 cm de côté, âgés de 28 jours.

---

[1]) Canevazzi. Siderocemento. (Atti del Collegio degli ingegneri e degli architetti di Bologna 1901—1902).

Ferrocemento (Società Editrice successore A. F. Negro, Torino 1904).

Digitized by Google

Digitized by Google

IX 1 c

EISENBETONVERSUCHE IN DÄNEMARK.

Mitgeteilt von Prof. **E. Suenson** in Kopenhagen.

Von Versuchen, welche Bedeutung für die Eisenbetonbauweise gehabt haben, sind die vom Ingenieurkapitän Grut ausgeführten zu nennen Er hat zuerst Zugelastizitätsversuche mit Beton gemacht und den Elastizitätsmodul bestimmt („Ingeniören" 1896, Seite 39 ff., kurz referiert in „Beton und Eisen" 1906, Seite 138), und später hat er sehr interessante Untersuchungen über das Wärmeleitungsvermögen des Betons angestellt („Den tekniske Forenings Tidsskrift" 1903, Seite 206). Die letzteren Versuche wurden mit zwei Hohlzylindern aus Beton von 1 C + 1½ S + 1½ Kies und 1 C + 2 S + 3 Kies gemacht. Der innere Durchmesser war 14 cm, der äußere 34 cm, die Höhe 51 cm. Der innere Hohlraum wurde mittels eines elektrischen Stromes bis zu 1000° erhitzt, und die Temperaturerhöhung in 1, 2, 3, 5, 7 und 9 cm Abstand von der Innenseite des Körpers wurde alle halbe Stunde mittels Le Chateliers Platin-Rhodium-Pyrometer beobachtet. Nach 7 bis 8 Stunden wurde der Gleichgewichtzustand erreicht, nämlich:

im Abstand	0	1	2	3	5	7	9 cm
Temperatur	1004	834	679	600	449	348	264° C.

Die Zahlen sind Mittelwerte aus beiden Zylindern.

Wenn bei einer Feuersbrunst eine Platte von unten erwärmt wird, steht das Eisen ungefähr unter denselben Bedingungen wie dasjenige Pyrometer, welches in 2 cm Abstand von der Innenseite des Hohlraumes entfernt war. Die Temperatur in diesem Punkte war im Mittel nach:

1	2	3	4	5	6	7 Stunden
259	424	537	601	637	659	675° C.

Digitized by Google

Die Betonkörper waren 3 Monate alt, aber der eine wurde vor dem Versuche bis zu 1000° im Innenraume erwärmt und wieder abgekühlt. Dadurch wurde das Wasser ausgetrieben und das Leitungsvermögen gesteigert, und dieser Körper war daher bei den Temperaturmessungen, aus welchen die obenstehenden Mittelzahlen gebildet sind, immer ungefähr eine Stunde vor dem anderen voraus.

Zugleich wurden Betonwürfel auf verschieden hohe Temperaturen erwärmt und nach Abkühlung zerdrückt; sie waren $2^1/_2$ bis 3 Monate alt (8 Tage im Wasser, sonst in der Luft). Die Ergebnisse sind:

Anzahl der Würfel:	5	5	5	5	2	2	2	3
Erwärmt zu:	Zimmertemperatur	100	150	200	300	500	700	1000° C.
Druckfestigkeit:	373·9	370·1	425·3	424·2	379·2	304·6	171·3	47·1 at.

Der Berichterstatter hat einige vergleichende Adhäsionsversuche mit Johnsons Knoteneisen (Bruchfestigkeit 6183 at, Fließgrenze 4215 at) und Rundeisen (Bruchfestigkeit 3998 at, Fließgrenze 2820 at) vorgenommen („Ingeniören" 1908, Seite 127), aus welchen er schließt, daß man, wenn die eingegossene Länge des Eisens genügend ist, die Knoteneisen bis zur Bruchgrenze belasten kann, während man mit den Rundeisen niemals über die Fließgrenze kommen kann (Eisen ohne Haken vorausgesetzt).

Platten mit 0·2—0·7% Armatur zeigten eine um 36—40% höhere Bruchlast, wenn sie mit Knoteneisen armiert waren, statt mit Rundeisen, aber die Rißbildung trat bei derselben Belastung ein.

Für die laufende Kontrolle der Eisenbetonbauten werden am meisten kleine Balken verwendet. Die Länge ist 200 cm, die Höhe 6 cm, die Breite 9 cm und die Armierung 2 Stück 7 mm Rundeisen mit Haken versehen und so eingelegt, daß der Abstand von der Unterseite des Balkens bis zur Mitte der Eisen 1 cm beträgt. Wenn die Balken 28 Tage alt sind, werden sie mit 1·8 m Spannweite in der Mitte belastet und die Bruchlast P soll dann wenigstens $4{\cdot}5\,\sigma_b$ betragen, wenn σ_b diejenige zulässige Betondruckspannung ist, mit welcher der Unternehmer bei der Dimensionierung des Bauwerkes gerechnet hat.

Digitized by Google

IX 1 d

VERSUCHE MIT EISENBETON-KONSTRUKTIONEN IN HOLLAND.

Mitgeteilt von **S. J. Rutgers** in Rotterdam.

I. Versuche auf Durchbiegung.

A. Versuche mit statisch unbestimmten Konstruktionsteilen.

1. Prüfung von 21 Bogen des Eisenbahnviaduktes aus Eisenbeton in Rotterdam mit Spannweiten von 7·5 bis 20 m und von vier Bogenbrücken über die Eisenbahn Maastricht-Aachen in Limburg mit Spannungen von 20 m. Die gemessenen Durchbiegungen wurden mit den berechneten verglichen. (Vgl. „De Ingenieur" Nr. 25 und 45 von 1907 und Nr. 23 von 1908.)

2. Prüfung einer Laufbrücke über die „Lusthofstraat" in Rotterdam mit einer Spannweite von 29 m. Außer Durchbiegungen wurden auch Formänderungen gemessen mittelst acht Spannungsmessern, System Manet-Rabut. (Siehe „De Ingenieur" Nr. 6, 1902.)

3. Prüfung von zwei zu diesem Zwecke eigens hergestellten Konstruktionselementen der Brücke über den „Hoogen Boezem" in Rotterdam mit einer Spannweite von 6·55 m. Außer Durchbiegungen wurden auch Formänderungen gemessen mittelst sechs Spannungsmessern, System Schroeder van der Kolk.

4. Behufs des Kasernenbaues in Ede wurde eine von der Firma F. J. Stulemeyer hergestellte Platte erprobt, welche auf vier Stützen mit Zwischenräumen von 3·31 m Mitte bis Mitte aufgelegt war. Die Platte war 1 m breit, 0·1 m dick und armiert mit 10 Stäben von 10 mm. Die Durchbiegungen wurden gemessen und die Probe bis zum Bruche durchgeführt.

Digitized by Google

B. Versuche mit flachen Platten und Balken rechteckigen Querschnittes.

1. Zu den ältesten Versuchen gehören die von Herrn Tutein Nolthenius seit 1894 angestellten. Es wurden von ihm Serien von Platten geprüft, und zwar: Serie a: 13 Platten, 2 m lang, 0·40 m breit, 0·05 m dick, mit einer Tragweite von 1·90 m. Serie b: 15 Platten, 0·82 m lang, 0·47 m breit, 0·03 m dick, mit einer Tragweite von 0·68 m. Serie c: 10 Platten, 2·10 m lang, 0·40 m breit, 0·05 m dick, mit einer Tragweite von 2 m. Die Belastung erfolgte mittelst zweier konzentrierten, symmetrisch zur Mitte angebrachten Lasten. Der Lastenabstand betrug für Serien a und c 25 cm, für Serie b 17 cm. Die Armierung war verschieden, sowohl in Länge, als in Breiterichtung, ebenso die Beschaffenheit des Betons und die Dauer der Erhärtung. Serie c war mit doppelter Armierung versehen. Die Platten wurden bis zum Bruch belastet, während die Durchbiegungen gemessen wurden. (Siehe „Zeitschr. des Österr. Ingenieur- und Architektenvereins", 1896/97.)

Von Herrn L. A. Sanders wurden seit 1896 eine Reihe von Versuchen angestellt, und zwar:

2. Etwa 40 Biegeproben mit Balken von 2 m Tragweite und Dimensionen von 10 × 15·2 c. M. bis 10 × 19 c. M. Die Armierung wechselte zwischen $1^1/_4\%$ und $2^1/_2\%$. Von jeder Gattung wurden acht Stück geprüft mit verschiedener Beschaffenheit des Betons und verschiedener Dauer der Erhärtung Die Belastung erfolgte in der Mitte und wurde bis zum Bruch durchgeführt.

3. Für die auf Rechnung der Militärverwaltung ausgeführten Bauten wurden zwei Platten erprobt: eine zu Gorinchem mit einer Tragweite von 4·20 m, einer Breite von 0·80 m, einer Dicke von 0·12 m und $1^1/_4\%$iger Armierung und eine in Amsterdam mit einer Tragweite von 3·75 m, einer Breite von 1 m, einer Dicke von 0·14 m und $1^1/_2\%$iger Armierung. Für beide Platten war die Dosierung des Betons 1 : 2 : 2 in Volumeneinheiten. Der Bruch trat in der Mitte auf.

4. Zur Beobachtung des Einflusses von Bügeln wurden zwei Platten geprüft mit folgenden Dimensionen: Tragweite 10 m, Breite 0·50 m, Dicke 0·34 m, Armierung 10 Stäbe von 18 mm Durchmesser. Die Platte mit Bügeln trug eine 10% höhere Belastung, als die ohne Bügel.

Digitized by Google

5. Bei einer Prüfung von zwei Platten, breit 1 m, mit 0·46 m Stützweite und einer Dicke, abwechselnd von 6 cm nahe an den Stützen bis 9 cm in der Mitte, wurde ein hölzerner Klotz von 10 × 10 cm Grundfläche durch die Probeplatte bei einer Belastung von 4950 kg hindurchgedrückt, nachdem zuerst Risse parallel zur Richtung der Stützweite aufgetreten waren.

6. Eine Platte mit einer Stützweite von 5·94 m, einer Breite von 1·20 m und einer Dicke von 25 cm, armiert mit 10 Stäben von 16 mm, wurde gleichmäßig belastet, wobei die Durchbiegungen gemessen wurden. Bei einer Belastung von etwas über 2000 kg trat der Bruch ein.

7. Für einen Bau der Militärverwaltung zu Zuidwykermeer wurden drei Platten mit doppelter Armierung versucht. Die Dimensionen der Platten waren: Länge 13 m, Breite 1 m, Dicke 0 25 m. Die Armierung bestand aus 16 Stäben von 16 mm Durchmesser sowohl an der oberen als an der unteren Seite. Die Stützen befanden sich in einer Entfernung von 5 m von Mitte zu Mitte, wobei durch Anbringung einer Belastung auf den frei vorragenden Enden negative Momente über den Stützen hervorgerufen wurden.

Die drei Platten waren von denselben Dimensionen und gleicher Beschaffenheit, mit der Ausnahme, daß eine dieser Platten ohne Bügelarmierung war und die beiden anderen 32, bezw. 64 Bügel pro m^2 enthielten. Der Bruch entstand jedesmal zuerst nahe an einer der Stützen bei Belastungen, welche sich verhielten wie 2·03 : 1·07 : 1. Es stellte sich dabei heraus, daß die Platte ohne Bügelarmierung die größte und die mit 64 Bügeln die kleinste Bruchlast aufwies. (Für alle diese Versuche vgl. „Het Cement-Yzer in theorie en practyk" von L. A. Sanders, S. 251 bis 319; siehe auch die Bemerkungen von Dr. F. v. Emperger in „Beton und Eisen" 1903, S. 262 und 263.)

8. Seitens der „Holländischen Eisenbahn-Gesellschaft" wurde, für einen Tunnelbau unter dem Rangierbahnhof zu Watergraafsmeer, eine Platte erprobt mit einer Spannweite von 6·825 m, einer Breite von 1 m und einer Dicke von 0·65 m. Die Hauptarmierung bestand aus 12 Stäben von 30 mm Durchmesser, während überdies, sowohl in horizontaler als in vertikaler Richtung, Hilfseisen zur Aufnahme von Schubspannungen angeordnet waren. Mittelst zehn Spannungsmesser, System Schroeder van der Kolk, wurden die Formänderungen in der Mitte der Spannweite in fünf

Digitized by Google

verschiedenen Höhen gemessen. Die Platte wurde bis zum Bruch belastet, während die Durchbiegungen regelmäßig aufgezeichnet wurden.

Die beobachteten Spannungen wurden mit denen verglichen, welche durch Berechnung unter Vernachlässigung der Zugspannungen im Beton gefunden wurden, und mit den Spannungen, wie sie nach der Methode Sanders berechnet wurden (vgl. „Beton und Eisen", Heft 11, 12 und 1 von 1906/1907 und „Het Cement-Yzer in theorie en practyk" von L. A. Sanders, Seite 319—336).

9. Von Herrn A. C. C. G. van Hemert wurden Biegeproben gemacht mit 4—5 m langen Balken von 12×18 cm. Mittelst vier Spannungsmessern wurden die Formänderungen gemessen, wobei auch der Einfluß wiederholter Belastungen und Entlastungen beobachtet wurde (vgl. „De Ingenieur" No. 23, 1904).

C. Versuche mit ⊤ Balken.

Von Herrn L. A. Sanders wurden nachfolgende Versuche angestellt (vgl. dessen oben erwähntes Werk):

1. Vergleichende Versuche mit ⊤ Balken und ⊥ Balken. Vier Balken, deren Flansche 0·50 m breit, 0·06 m dick und deren Körper 0·30 m hoch und 0·20 m breit war, mit 4 Stäben von 20 mm armiert, wurden bis zum Bruch belastet, während die Durchbiegungen aufgezeichnet wurden. Zwei der Balken wurden in ⊤ Form und zwei in ⊥ Form hergestellt und erprobt.

2. Für den Kasernenbau zu Gorinchem wurde ein ⊤ Balken erprobt, dessen Flansche eine Breite von 1·40 m und eine Dicke von 0·08 m, der Körper eine Höhe von 0·52 m und eine Breite von 0·20 m hatte. Die Stützweite betrug 7 m. Die Armierung bestand aus 5 Stäben von 20 mm. Der Balken wurde bis zum Bruch belastet, der in der Mitte auftrat, während die Durchbiegungen regelmäßig registriert wurden.

3. Unter Leitung der Militärverwaltung zu Amsterdam wurde ein Balken erprobt mit einer Flanschenbreite von 1 m, einer Dicke von 0·17 m, 0·33 m Körperhöhe und 0·30 m Körperbreite. Der Balken war mit 8 Stäben von 30 mm armiert und hatte eine Spannweite von 4·90 m. Die Durchbiegungen wurden gemessen, bis der Bruch 0·85 m von einer der Stützen entfernt eintrat.

4. Von Seiten des Stadtbauamtes wurde im Haag ein 4·16 m langer Balken mit 1 m breiter und 0·10 m dicker

Digitized by Google

Flansche und 0·30 m hohem, 0·20 m breitem Körper, armiert mit 4 Stäben von 25·4 mm, erprobt. Die Belastung erfolgte mittelst zwei konzentrierter Lasten, während die Durchbiegungen an drei Stellen regelmäßig aufgezeichnet wurden. Der Bruch trat in der Nähe der Lasten ein.

5. Seitens der Firma van Waning & Co. wurde für Zwecke der „Technischen Hochschule" in Delft ein Balken erprobt mit 2·08 m Flanschenbreite, 0·12 m Flanschendicke, 0·23 m Körperhöhe und 0·20 m Körperbreite; Spannweite 6·25 m, Armierung 8 Stäbe von 25 mm Durchmesser. Die Durchbiegung wurde an fünf Stellen gemessen und die Belastung bis zum Bruch durchgeführt, der nahe bei einer der Stützen eintrat.

II. Versuche auf Druck.

Seitens des Herrn L. A. Sanders wurden 36 Druckproben gemacht mit Prismen von 17×17×17 cm und von 17×17×30 cm, die nur mit verschiedenen Querarmierungen versehen waren. Zweck der Versuche war, den Einfluß der Querarmierung zu beobachten, welche wechselte von 0·7% bis 4·2% vom Volumen der Probestücke (vgl. „Het Cement-Yzer", Seite 362—369).

III. Versuche auf Abscherung.

Seitens des Herrn L. A. Sanders wurden 12 Versuche angestellt, wobei runde, mit scharfgängigem Schraubengewinde versehene Stäbe in Betonwürfeln von 30×30×12 cm eingebracht waren. Die Stäbe, die aus den 12 cm dicken Betonprismen hervorragten, wurden durch dieselben hindurchgedrückt, wobei die dreieckigen Zwischenräume des Gewindes mit Mörtel gefüllt blieben, so daß in der Tat eine Abscherung stattfand.

Herr A. C. C. G. van Hemert hat die Größe der Schubspannung abgeleitet aus Torsionsproben mit Betonzylindern von 20 cm Durchmesser und gleicher Höhe. Die Enden der Zylinder bildeten Würfel von 20×20×20 cm, an denen das Torsionsmoment angreifen konnte (vgl. De Ingenieur Nr. 31, 1904).

IV. Versuche auf Adhäsion.

Seitens des Herrn L. A. Sanders wurde eine Anzahl Versuche gemacht, wobei 12 cm lange, in Würfeln von 10×10×10 cm

Digitized by Google

angebrachte Stäbe verschiedenen Durchmessers durch den Beton durchgedrückt wurden.

Herr A. C. C. G. van Hemert leitete die Größe der Adhäsionsspannung aus Torsionsversuchen ab, wobei ein Stab von 25 mm Durchmesser in der Mitte eines Betonwürfels von 20×20×20 cm angebracht war, während die herausragenden Enden eingespannt und der Würfel durch ein Torsionsmoment gedreht wurde. Aus der Größe des Torsionsmomentes, bei welchem sich der Würfel zu drehen anfing, wurde von ihm die Adhäsionsspannung berechnet.

V. Versuche bezüglich Ausdehnung und Wärmeleitung des Betons.

Von Herrn A. C. C. G. van Hemert wurden nachfolgende Versuche angestellt:

In einem 3 m langen, 18 cm hohen und 12 cm breiten Betonbalken wurden Löcher ausgespart, welche bis in die Mitte des Balkens reichten. In diese Löcher wurde Quecksilber gegossen, in welches Thermometer gestellt wurden, worauf die Löcher mit Mörtel in der Weise ausgefüllt wurden, daß auf allen Seiten ungefähr 6 cm Beton war. Der Balken wurde in einem dazu eingerichteten Gebäude von $10 \times 4{\cdot}25 \times 2{\cdot}90$ m aufgestellt, in welchem die Temperatur allmählich erhöht wurde, so daß die Thermometer von 26^0 auf 34^0 Celsius stiegen. Dabei wurde die Längeänderung der Balken gemessen.

Behufs Beobachtung des Leitungsvermögens wurden Balken von gleichen Dimensionen durch eine der Wände des obenerwähnten Gebäudes geführt. In der Achse der Balken wurden mit Zwischenräumen Thermometer angebracht. Außerhalb des Gebäudes wurde der Balken durch ein Koksfeuer erhitzt, während die Thermometer regelmäßig abgelesen wurden (vgl. „De Ingenieur", 1904 Nr. 31).

VI. Versuche über Haarrisse.

Von großer Wichtigkeit sind diejenigen Versuche, welche gemacht wurden, um die Anwesenheit von Haarrissen zu zeigen. Dabei wurden Balken einem biegenden Momente ausgesetzt und zwar so, daß die gezogene Seite sich oben befand. Bei der von Herrn P. A. M. Hackstroh angewandten Methode wurde dann bei einem bestimmten biegenden Momente die obere Seite des Balkens reichlich mit einer verdünnten Anilinlösung bestrichen. Nachdem die Anilinlösung in den Beton gedrungen war, wurde der Balken entlastet,

Digitized by Google

wobei die Haarrisse, welche dem unbewaffneten Auge durchaus unwahrnehmbar waren, sich deutlich zeigten, indem das Anilin nach außen gepreßt wurde. Nach Zerlegung des Balkens konnte beobachtet werden, wie weit die Anilinfarbe in die Risse eingedrungen war.

Diese Methode ist von Herrn A. C. C. G. van Hemert noch verbessert worden, der während der Belastung der Balken auf denselben Streifen von mit Wasser verdünnter Anilinfarbe zog, welche fortwährend feucht gehalten wurden. Sobald irgendwo ein Riß entsteht, sieht man die rote Flüssigkeit seitwärts ausfließen und man kann das Moment aufzeichnen, bei dem solches stattfindet. Am Ende des Versuchs wird überdies die ganze obere Seite nach der Methode des Herrn Hackstroh mit Anilin gesättigt. In dieser Weise gestattet schon ein einziger Versuch einen Überblick zu der Frage, bei welchen Momenten Haarrisse entstehen und zu welcher Tiefe dieselben eindringen.

VII. Versuche über den Einfluß von Seewasser.

Unter Leitung des Herrn H. Wortman wurden an der Landungsbrücke zu Ymuiden vier Balken aufgehängt. Dieselben waren 10 cm hoch und 15 cm breit und mit 3 Rundeisen von 10 mm armiert. Die Aufhängepunkte befanden sich in einer Entfernung von 2 m, während in der Mitte ein Gewicht angebracht war, welches stets unter Wasser blieb und so eine konstante Kraft von 400 kg ausübte. Die Balken selber waren bei Ebbe und Flut abwechselnd in der Luft und im Wasser. Die Zusammensetzung des Betons war 400 kg Zement pro m^3 Beton. Die berechnete Eisenspannung betrug gut 1200 kg pro cm^2 unter Vernachlässigung der Zugspannungen im Beton. Nachdem die Balken zwei bzw. drei Jahre in belastetem Zustande gehangen hatten, zeigte sich bei der Zerlegung das Eisen, von einigen vereinzelten oberflächlichen Rostfleckchen abgesehen, völlig rostfrei. Die Zerlegung der beiden ältesten Balken geschah in Gegenwart des Ausschusses zur Aufstellung von Normen für Eisenbeton in Holland.

VIII. Versuche über den Einfluß von Öl und Teer.

Von Herrn Wouter Cool wurden Versuche angestellt mit Beton-Körpern von $20 \times 5 \times 5$ cm, verschiedener Beschaffenheit, in welchen Rundeisen angebracht waren, die aus dem Beton hervor-

Digitized by Google

ragten. Nachdem die Körper während ungefähr 2 Jahren in Wassergas-Öl, resp. Wassergas-Teer aufbewahrt waren, wurde die Kraft ermittelt, welche nötig war, um die Stäbe aus dem Beton herauszuziehen. Aus Parallelproben mit Betonkörpern, welche in der Luft aufbewahrt worden waren, stellte sich heraus, daß die Haftfestigkeit durch die Einwirkung von Teer und in noch höherm Maße durch die von Öl vermindert war.

Versuche zur Kontrolle der Ausführung von Eisenbeton-Konstruktionen.

Bisweilen wird zur Beurteilung einer ausgeführten Eisenbeton-Konstruktion eine Probebelastung auf einem Teil der vollendeten Konstruktion vorgeschrieben. Die Dauer der Erhärtung wird dabei in der Regel freigelassen. Die Größe der Probebelastung wird verschieden vorgeschrieben, ebenso wie die zulässige maximale Durchbiegung. So darf z. B. in Rotterdam die Durchbiegung nicht mehr betragen als höchstens $^1/_{800}$ der Spannweite bei einer Belastung von $0{\cdot}80 \times$ dem Eigengewicht $+ 1{\cdot}8 \times$ der Nutzlast.

In einigen Fällen werden außerdem während der Ausführung Druckproben mit dem auf dem Bau benutzten Beton angestellt. Die Probeblöcke haben in der Regel Dimensionen von $30 \times 30 \times 30$ cm.

Bei wichtigen Konstruktionen kommt es vor, daß zur Prüfung besondere Konstruktions-Elemente hergestellt werden, welche so viel wie möglich mit den auszuführenden Werken statisch übereinstimmen. Diese Probestücke werden dann bis zum Bruch belastet, wobei das Durchbiegungsdiagramm aufgezeichnet wird.

Digitized by Google

IX 1 e

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LE BÉTON ARMÉ EN SUISSE.

Rapport de M. **F. Schüle** à Zurich.

Jusqu'en 1900 les expériences sur le béton armé sont dues à l'initiative privée et ont eu pour but d'éclairer le public technique en faisant ressortir les avantages de divers systèmes. En 1899 la Société suisse des ingénieurs et architectes et celle des fabricants de ciment instituèrent une commission pour l'étude systématique et indépendante du béton armé; en 1905 cette commission fut transformée et prit un caractère officiel, ses membres étant désignés par l'Administration fédérale, l'Association des villes suisses et les sociétés citées plus haut. Le premier but proposé a été la préparation de prescriptions sur le béton armé, basées sur les essais et l'expérience. Les essais jugés nécessaires ont été exécutés au Laboratoire fédéral d'essai des matériaux à Zurich et peuvent être groupés comme suit:

1. Essais sur les matériaux isolés.

a) Fer. Expériences sur la résistance des crochets à l'extrémité des barres de fer rond, pliés à froid ou à chaud suivant des rayons variables.

b) Beton. Détermination de ses propriétés mécaniques suivant la nature du sable et du gravier. Le sable et le gravier ont été fournis par les villes suisses, les essais ont été effectués avec deux ciments Portland et trois dosages différents, béton gâché en con-

Digitized by Google

sistance plastique et pilonné sous forme de prismes de 12×12×36 cm. Les essais ont eu lieu à 28 jours, 3 mois, 1 an et 2 ans, à la flexion et à l'écrasement; on a fait en outre des mesures d'élasticité.

c) Mortier et béton. Détermination des changements de longueur pendant le durcissement à l'air ou sous l'eau. Les éprouvettes en forme de prismes ont été faites: Pour les mortiers 1. avec 5 liants différents au dosage de 1:0 et 1:3; 2. avec 2 liants différents au dosage de 1:1, 1:3 et 1:5. Pour les bétons avec 2 liants différents au dosage de 150, 300, 450 kg par m^3 de sable et gravier.

Deux séries de prismes ont été en outre munies d'armatures. Les essais ont été étendus sur une période de 2 ans

2. Essais de béton armé faits au Laboratoire de Zurich.

a) La plus grande partie des essais ont été faits sur des poutres sollicitées à la flexion; on a observé les charges caractéristiques correspondant aux diverses phases de fatigue, les charges de rupture, l'effet de l'enlèvement de la charge, les variations de longueur surtout dans la zone comprimée, en vue de fixer d'une manière sûre la position de l'axe neutre, la flexion au milieu de la poutre.

La charge a été appliquée de diverses façons:

I. Charge unique au milieu.

II. Charge agissant en 2 points symétriques.

III. Charge agissant en 7 points répartis sur la longueur totale.

IV. Charge dysymétrique agissant en 4 points répartis sur une moitié de la longueur. Les poutres étaient soit de section rectangulaire, soit de section en T.

Les armatures étaient formées de barres droites et de barres relevées à leurs extrémités, sans et avec étriers.

En calculant le pourcentage de métal par rapport à la section de béton au-dessus de l'axe de l'armature dans les poutres à section rectangulaire, et par rapport à la section de la nervure prolongée jusqu'en haut, au-dessus de l'axe de l'armature dans les parties à section en T, les essais ont porté sur les pourcentages suivants: Poutres à section rectangulaire: jusqu'à 4,91% de la

Digitized by Google

section de béton au-dessus du centre des armatures. Poutres à section en **T**: jusqu'à 4·33% de la section de béton de la nervure, au-dessus du centre d'armature.

b) L'action d'une charge concentrée sur une plaque armée a été déterminée à l'aide d'essais 1. sur des plaques carrées de 1,00 m d'ouverture libre appuyées soit sur les quatre côtés, soit sur deux côtés, pourcentage des armatures 0·77 et 0·43% dans les deux sens et 1,54 et 0,86% dans un sens seulement; 2. sur des plaques rectangulaires de 1·00 sur 1·50 m d'ouverture libre, appuyées soit sur les quatre côtés, soit sur les deux plus longs côtés; pourcentage des armatures:

0·59%	en	travers	et	en	long
0·33%	„	„	„	„	„
0·77%	„	„	„	0·30%	en long
0·43%	„	„	„	0·17%	„ „

c) La répartition de la charge suivant la largeur d'une plaque sollicitée à la compression par une force appliquée sur une largeur égale à l'épaisseur de la plaque a été étudiée à l'aide d'essais à la compression sur des prismes de 1·00 et 0·50 m de hauteur et de largeur, allant de 0·12 à 0·96 m; on a mesuré les déformations en plusieurs points de la largeur sur la section médiane. Quelques plaques ont reçu une armature transversale, les autres étaient en béton non armé.

d) Essais de mâts de section troncconique creuse en béton armé. Les mâts étaient découpés dans des poteaux de ligne électrique; l'armature a comporté un pourcentage de 0·57 à 4·36% de la section de béton au milieu de la portée.

e) Essais à la compression de colonnes avec armature longitudinale et avec frettes. Il s'agit d'essais isolés; l'étude systématique des colonnes ayant été entreprise dans divers laboratoires étrangers.

3. Essais de constructions terminées en béton armé.

Ces essais ont été entrepris lors de la réception de diverses constructions et ont consisté dans la mesure de la flèche en de nombreux points de la construction pendant l'application de la charge; ces essais ont permis de déterminer le degré d'encastrement et de continuité des poutres principales.

Digitized by Google

Essais usuels de contrôle du béton armé.

Les cahiers des charges prescrivent l'essai des fers à la traction; pour le béton le contrôle comprend l'essai normal du ciment Portland à 7 et 28 jours suivant les prescriptions suisses, l'essai de séries de cubes ou de prismes (généralement 4) à 28 jours; les cubes ont 16 cm de côté, les prismes une section carrée de 12 cm de côté et 36 cm de longueur. Ces derniers sont soumis à un essai à la flexion, les moitiés subissent l'essai à l'écrasement entre des plaques d'aciers placées en croix et de 12 cm de largeur.

L'importance de ces essais est caractérisée par le fait qu'en 1908 le Laboratoire de Zurich a eu plus de 500 sortes de béton à essayer. Les résultats obtenus montrent une amélioration croissante de la qualité du béton par un dosage judicieux du sable et du gravier.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

IX$_2$

EISENBETON-KONSTRUKTIONEN. GRÖSSE DER FORMÄNDERUNGEN UNTER DER GEBRAUCHSLAST.

Bericht von **Charles Rabut**, Paris.

Anhang zum Bericht der Eisenbeton-Kommission.

(Übersetzung aus dem Französischen.)

Die Kommission für das Studium des Eisenbetons hat mich beauftragt, dem Kongresse einen Bericht über Versuche an bestehenden Konstruktionen zu unterbreiten. In diesem Bericht sollen aber nicht etwa alle bisher durchgeführten Forschungsarbeiten mit ihren Ergebnissen aufgezählt werden; das wäre noch zu verfrüht.

Aus meinen Darlegungen soll einfach die Nützlichkeit solcher Forschungsarbeiten hervorgehen und auch das Interesse, welches der internationale Verband daran hat, seine moralische Unterstützung allen jenen seiner Mitglieder zu leihen, die solche Forschungsarbeiten zu unternehmen gedenken.

Die Vorschriften (Leitsätze) für die Herstellung von Eisenbeton-Konstruktionen sind in der Form, wie sie in den verschiedenen Ländern teils von Behörden, teils von Ingenieur- und Architektenvereinigungen aufgestellt wurden, so viel als möglich den anfänglich vereinzelt, später im gegenseitigen Einvernehmen durchgeführten Laboratoriumsversuchen angepaßt, die sich auf die Feststellung der Formänderung des Betons und der Eiseneinlagen beziehen, und die für die statische Rechnung empfohlenen Formeln sollen die gefundenen Formänderungsgesetze zum Ausdruck bringen.

Digitized by Google

Nun sind aber die bei den Laboratoriumsversuchen verwendeten Probekörper von einfacher Form und besteht hinsichtlich der Versuchsanordnung das Bestreben, die Bedingungen der Beanspruchung bestimmt und bekannt zu gestalten.

Im Gegensatze hiezu sind jedoch die verschiedenen Konstruktionsteile der bestehenden Bauwerke weit vielfältiger und namentlich die Art der Beanspruchung derselben (Lastverteilung, Grad der Einspannung) ist von vornherein nicht bekannt. Eine genaue Bestimmung dieser Beanspruchungsweise würde zu derart komplizierten Berechnungen führen, daß man im allgemeinen gar nicht an deren Vornahme denken kann und sich in diesem Belange mit Hypothesen begnügt, deren einfacher Charakter in einem außerordentlichen Gegensatze zu der peinlichen Genauigkeit steht, mit der gewöhnlich Eisenbeton-Konstruktionen entworfen werden.

Ein wesentliches Element dieser Berechnungen ist der sogenannte Übertragungskoeffizient des Eisenbetons (das Verhältnis des Elastizitätsmoduls des Eisens zu dem des Betons). Die Regeln, die dessen Zusammenhang mit der Steifigkeit des Betons und des Eisens, mit der Größe der Armatur etc. darstellen sollen, werden nun mit gutem Recht selbst von denjenigen als recht zweifelhaft angesehen, die sie aufgestellt haben. Selbst unter der Annahme, daß die Laboratoriumsversuche dieser Forscher mit aller wünschenswerten Genauigkeit durchgeführt worden seien, sind sie nicht genügend zahlreich gewesen, um den genannten Koeffizienten lediglich zu den Funktionsgliedern in Beziehung zu bringen, durch die man ihn eben ausdrücken will.

Und wenn schließlich auch zugegeben würde, daß dieser Koeffizient einerseits und die Beanspruchungsweise jedes Konstruktionsteiles anderseits hinreichend genau bestimmt wären, so müssen noch immer die Grenzen, die man der Formänderung des Betons sowohl, als auch des Eisens in der Verbundkonstruktion gesteckt hat, bei dem gegenwärtigen Stand unserer Erkenntnis als recht willkürlich bezeichnet werden; man braucht zum Beweis für die Richtigkeit dieser Behauptung bloß darauf hinzuweisen, wie verschieden hoch diese Grenzwerte in den Vorschriften der verschiedenen Länder angegeben werden.

Aus den vorangeführten drei Gründen geht allein schon die Notwendigkeit hervor, die aus Laboratoriumsversuchen erhaltenen

Digitized by Google

Forschungsresultate durch Messungen an in Gebrauch stehenden Bauwerken zu ergänzen.

Nur auf diese Weise wird man sich Rechenschaft über die Beanspruchungsart der einzelnen Teile eines bestimmten Bauwerktyps geben und diese dann als Berechnungsgrundlage für den Entwurf ähnlicher Typen anwenden können. Ferner wird man nur auf die beschriebene Art den wirklichen Verhältniswert der Elastizitätskoeffizienten für einen bestimmten Konstruktionsteil kennen lernen und ihn dann in Erkennung der wahren Ursachen bei späteren Projekten als verwendbar zulassen.

Endlich wird der hier angeführte Vorgang allein dazu führen, daß man die Werte der örtlichen Deformation des Betons und des Eisens, wie sie in den als solid erkannten Bauwerken der Praxis erreicht wurden, einmal wirklich erfährt und somit in der Lage ist, für ähnliche Bauprojekte die zulässigen Grenzen ordentlich abzuschätzen.

Hiebei wäre an die speziellen Ursachen zu erinnern, welche die genannten Grenzwerte bei Bauwerken, unter rollender Nutzlast, besonders ungenau erscheinen lassen, und ferner daran, daß es sehr wertvoll wäre, die entsprechende Steigerung der Materialbeanspruchung durch die Geschwindigkeit der Auflast zu kennen. Die Grundbedingungen, unter welchen zur Aufhellung dieser Frage Laboratoriumsversuche vorgenommen werden, sind offensichtlich von den in den Bauwerken der Praxis sich abspielenden Vorgängen weit entfernt und man wird nur durch unmittelbar an solchen Bauwerken vorgenommene Versuche zu einer genauen Auswertung der dynamischen Einflüsse gelangen können.

Die Anwendung der experimentellen Methode auf die Bauwerke der Praxis wird seit etwa fünfzehn Jahren bei Eisenkonstruktionen geübt; dabei hat sich nun einerseits die Unzulänglichkeit der Formänderungslehrsätze ergeben, insoferne sie auf rein theoretischen Berechnungsgrundlagen beruhen, anderseits sind aber auch wichtige Fortschritte hinsichtlich der Verteilung des Materiales zu verzeichnen gewesen.

Die Eisenbeton-Konstruktionen scheinen nun dank ihrer größeren Kompliziertheit alles vorhin Gesagte in einem erhöhten Maße in sich zu vereinigen. Diese Überlegung hat uns auf den Gedanken gebracht, daß der Verband ein nützliches Werk unternähme, wenn er die beschriebene Art der Untersuchungen fördern und erleichtern

Digitized by Google

wollte. Auch eine andere Betrachtung kann zur Unterstützung unserer Behauptung herangezogen werden: Wir erwähnten vorhin die Abweichungen, die zwischen den betreffenden Vorschriften für Eisenbeton-Konstruktionen in den verschiedenen Ländern bestehen. Wenn nun die zur Vervollkommnung dieser Vorschriften unternommenen Versuche unter dem Beistande des Verbandes glücklich abgeschlossen sein werden, werden die hiedurch vorgenommenen Verbesserungen der Vorschriften diese weniger von einander abweichend erscheinen lassen und ihnen einen einheitlicheren Charakter geben, insoweit dies bei den durch die betreffenden Länder bedingten Verschiedenheiten der Fabrikation möglich ist. Der Verband wird sonach einen nützlichen Einfluß insbesondere in der ihm statutengemäß vorgeschriebenen Richtung genommen haben.

In welcher Form soll nun die Einflußnahme in der in Rede stehenden Angelegenheit stattfinden?

Es scheint nicht nötig, daß sie in einer Geldbeisteuer zu den vorgenannten Unternehmen bestehe; der Verband vermöchte eine solche übrigens auch gar nicht zu leisten. Wohl aber kann er dem experimentellen Studium der bestehenden Bauwerke seine moralische Unterstützung leihen, indem er solche Untersuchungen für nützlich und jenem Ziele entsprechend erklärt, das er verfolgt.

Außerdem vermag der Verband in gewissen Fällen diese Studien dadurch zu erleichtern, daß er, wenn nötig, die Zustimmung oder die tätige Mitwirkung der maßgebenden Körperschaften erwirkt.

Diese Vermittlung würde auf Wunsch eines Verbandsmitgliedes stattfinden. Dasselbe brauchte bloß die Nützlichkeit gewisser, von ihm oder von anderen Personen unternommener Versuche und die Notwendigkeit hervorzuheben, sie von den maßgebenden Körperschaften genehmigen und unterstützen zu lassen.

Wir fassen unsere Ausführungen in dem Wunsche zusammen, der Kongreß möge die Sache in dem hier angedeuteten Sinne in Erwägung ziehen.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

IX3

UNFÄLLE IM EISENBETONBAU.

Von Dr. **Fr. v. Emperger**, Wien.

Zur richtigen Beurteilung dieser Frage fehlt uns eine geeignete Statistik. Es geht nicht an, nach einzelnen Katastrophen urteilen zu wollen. Die größten Unglücksfälle dieser Art, z. B. bei der Schiffahrt, verschwinden gegen die Summe dessen, was die laufenden Ereignisse mit sich bringen. Ein näherliegendes Beispiel sagt dies besser. Nach den Listen der Arbeiter-Union für Eisenbrücken- und Eisenhochbau im Staate Illinois hat die Zahl der Toten im Jahre 1905 die Höhe von 26, der Arbeitsunfähigen ebenfalls 26, der Leichtverwundeten 80 erreicht, auf einen Mitgliederstand von 1350 Arbeitern, also etwa 10%. Diese Ziffer hat sich im Jahre 1906 auf 156 Fälle oder auf 12% erhöht, was mit der Überhastung bei der Arbeitsherstellung motiviert wird.' Diesen erschreckenden Ziffern gegenüber müssen wir uns gestehen, daß wir keine Ahnung haben von der Höhe der Blutsteuer, die die modernen Bauten fordern, und von der Verschwendung von Nationaleigentum, die durch leichtsinnig aufgeführte und wieder zusammengestürzte Bauten getrieben wird. Wir müssen uns daher sagen, daß eine zielbewußte Unfallverhütung eine solche Unfallstatistik als erste Voraussetzung hat, und daß durch die bisherige Methode, Unfälle mit Stillschweigen zu übergehen, diesen Vorkommnissen der größte Vorschub geleistet wird, indem Wissenschaft und Praxis nicht in die Lage kommen, sich die daraus zu ziehenden Lehren zunutze zu machen.

Als den ersten Schritt in der Richtung sei auf den Bericht von Rutgers: „Bauunfälle in Holland" verwiesen, der an die

Digitized by Google

„Internationale Kommission für Eisenbeton“ gerichtet ist[1]) und sehr wertvolles Material enthält. Eine amtliche Unterstützung haben diese Bestrebungen nur in der Schweiz gefunden.

In Erkenntnis dieses Umstandes habe ich der Frage der Bauunfälle im „Handbuch für Eisenbeton“ [2]) jenen umfangreichen Platz eingeräumt, der dieser Frage gebührt und muß ich mich daher in der folgenden kurzen Darstellung auf diese ausführliche Abhandlung beziehen.

Vorkommnisse dieser Art lassen sich in zwei Gruppen scheiden: in unvermeidliche, bei welchen Kräfte in Frage gekommen sind, die sich unserer Berechnung entziehen, und in vermeidbare, d. h. solche, die bei dem richtigen Aufwand an Vorsicht bei dem Stande unserer heutigen Erkenntnis der Ursachen hätten vermieden werden können.

Es ist leider nicht zu umgehen, diesen zwei Hauptgruppen eine dritte anzugliedern, die alle jene Vorfälle umfaßt, wo Unkenntnis oder Gedankenlosigkeit oder auch Nachlässigkeit eine Rolle spielen, leider ein unabwendbares Übel, mit dem man trotz aller Fortschritte der Wissenschaft wird immer rechnen müssen.

Diese letztgenannte, gefährlichste Gruppe der Bauunfälle muß in dem Maße an Ausdehnung verlieren, als die Kenntnisse auf diesem Gebiete sich vermehren und erweitern und gesetzliche sowie fachliche Vorkehrungen getroffen werden, um Unkenntnis und Nachlässigkeit von diesem Fachgebiete fernzuhalten. Die Zahl derartiger Vorkommnisse ist im raschen Abnehmen begriffen.

Zur Erklärung so manches Vorfalles dieser Art ist es am Platze, mit ein paar Worten das sogenannte Konzessionärwesen zu streifen. Dasselbe ist eine von Hennebique geschaffene Einrichtung, auf Grund welcher eine große Planfabrik in Paris entstand, der sich später mehrere Filialen angliederten, deren Aufgabe es war, alle jene Firmen, die kein eigenes Konstruktionsbureau hatten, mit Plänen zu versehen. Während Hennebrique in der Auswahl seiner Konzessionäre einigermaßen vorsichtig vorging und die aus dieser Trennung von Projekt und Ausführung sich ergebenden Folgeerscheinungen nicht so deutlich zutage traten, so haben viele seiner Nachahmer die Grenze alles Zulässigen überschritten. Es

[1]) „Beton und Eisen“, 1908, Heft VIII. u. IX.

[2]) Siehe den soeben erschienenen IV. Band, II. Teil, 2. Lieferung, Verlag W. Ernst & Sohn, Berlin,

Digitized by Google

wurden auf diese Weise Unternehmer zur Ausführung von Eisenbetonbauten veranlaßt, die der Sache vollständig fremd gegenüberstanden; am ärgsten haben es diesbezüglich die amerikanischen Gesellschaften getrieben, die sich den Verkauf von Spezialeisen für Eisenbeton zur Aufgabe gemacht haben. Um ihren Zweck zu erreichen, der einzig und allein im Verkauf von recht viel Tonnen Spezialeisen bestand, wurde dem kaufmännischen Bureau ein Konstruktionsbureau angegliedert, das aber in keinem Falle durch seinen Rat dem angestrebten Zweck hinderlich sein durfte. Nun wurden wahllos Aufträge für Bauten erstanden und dieselben auf Grund der eigenen Pläne, die den Gebrauch von Spezialeisen vorschrieben, an den Nächstbesten weiter vergeben. Mit der Lieferung der Eisenmenge war die Sache für die Unternehmung erledigt. Es ist bezeichnend, daß die meisten Bauunfälle in eine Hochkonjunktur fallen, in welcher alle Firmen, die den Eisenbeton nur als kaufmännisches Ausbeutungsobjekt behandelt haben, ausgiebig Gelegenheit fanden, sich zu betätigen, ohne Rücksicht darauf, ob ihre technischen Kräfte diesen Anforderungen gewachsen waren. Solchen Erscheinungen gegenüber hat die gewissenhafte Eisenbetonunternehmung einen harten Stand. Sie wird nie mehr Arbeit übernehmen, als sie mit dem Stab von erfahrenen Kräften, den sie besitzt, zu leisten imstande ist. So ein Spezialfach verlangt auch ein Spezialwissen, und eine Firma, die erfahrene Spezialisten verwendet, wird daher notwendigerweise höhere und feste Preise aufweisen; sie allein ist imstande, solche traurigen Erscheinungen hintanzuhalten. Siehe diesbezüglich den Vortrag des Geheimrat Launer (Berlin) am VIII. Internationalen Architekten-Kongreß in Wien 1908[1]).

A. Bauunfälle aus unvermeidlichen Ursachen.

In dieser Hinsicht kommen folgende Ursachen in Betracht:

1. Erdbeben. Wie Nachrichten aus San Franzisco[2]) und Messina[3]) beweisen, hat man im Eisenbeton dasjenige Baumaterial gefunden, das am besten diesen Kräften Widerstand zu leisten im-

[1]) „Beton und Eisen", 1908, S. 209.

[2]) Siehe „Beton und Eisen" 1909, Heft 2, Seite 30: Die Wiedergeburt von San Franzisco.

[3]) Siehe „Beton und Eisen" 1909, Heft 5, Seite 130: Der Eisenbeton im Erdbeben von Messina.

Digitized by Google

stande ist. Natürlicherweise setzt dies auch eine dementsprechende Form voraus, und sei diesbezüglich auf die Vorschläge des Verfassers für erdbebensichere Häuser verwiesen.[1])

2. Hochwässer. Auch hier gilt der Eisenbeton als das geeignetste Mittel, um diese Naturkräfte soweit wie möglich einzudämmen.[2])

3. Blitz und Sturmgefahr.

4. Feuersgefahr.

5. Widerstand gegen außerordentliche Stoßkräfte und Explosionen.

Das Versuchswesen und damit unsere Erkenntnis über die Widerstandsfähigkeit des Eisenbetons gegen Stoß liegt vollständig brach. Wir wissen nur aus Unfällen, die eine große Widerstandsfähigkeit gezeigt haben, daß dieselbe eine sehr große sein muß und daß dabei die Monolität des ganzen Bauwerkes vorteilhaft zum Ausdrucke kommt. Als den einzig mir bekannten ausführlichen Versuch dieser Art möchte ich auf jenen von N. Rella und Nefle mit einem Schienbock in einer Trambahn-Remise in Wien verweisen.[3])

B. Bauunfälle aus vermeidbaren Fehlerquellen.

Kennzeichnend für alles in der Folge Beschriebene ist der Umstand, daß kein Einsturz eines fertigen, dem Betriebe übergebenen Bauwerkes bekannt geworden ist, daß es sich also in allen Fällen um Fehler gehandelt hat, die eine richtige Bauausführung zu beheben im Stande gewesen wäre; während kleinere Abweichungen in der Güte durch die zunehmende Festigkeit bei zunehmendem Alter behoben wurden.

1. Fehler in der Schalung.

Schiller sagt hierüber: „Glücklich ist die Form gefüllt,
Wird's auch schön zutage kommen,
Daß es Fleiß und Kunst vergilt?
Wenn der Guß mißlang?
Wenn die Form zersprang?
Ach vielleicht, indem wir hoffen,
Hat uns Unheil schon getroffen."

[1]) Siehe „Beton und Eisen" 1909, Heft 6, Seite 150 ff.

[2]) Siehe „Beton und Eisen" 1909, Heft 7: Brücken, System Visintini.

[3]) Siehe diesbezüglich Näheres im Handbuch für Eisenbetonbau IV, 2. Es wäre eine wichtige Aufgabe unserer Versuchsanstalten, diese Lücke in unserem Wissen auszufüllen.

Digitized by Google

Diese Worte entsprechen jenem Stadium von Kunstfertigkeit, die ohne einen näheren Einblick in die Wirkung der Kräfte nur mit dem Gefühl der Unsicherheit dem Ausgange der Arbeit entgegensieht. Dieses Stadium hat der Eisenbeton heute glücklich überwunden. Der Ingenieur muß wissen, wie stark er die Form zu machen hat, damit sie nicht zerbricht. Bauunfälle dieser Art rühren entweder von einer zu schwachen Schalung oder von einer Überlastung der Schalung beim Betonieren her.

Ein Beispiel zu schwacher Eingerüstung bietet uns der Einsturz des Bridgmann-Gebäudes in Philadelphia[1]) am 9. Juli 1907 und des Dekorationsmagazins 1906 in Bern[2]). Der letztere Vorfall gab Anlaß, den Bau im halben Maßstabe neuerdings aufzuführen und nachzuweisen, daß bei einer richtigen Herstellung die auch notwendige Tragfähigkeit vorhanden ist. Es seien hier noch zwei der größten Katastrophen erwähnt, die sich auf diesen Umstand zurückführen: Der Einsturz des Bixby-Hotels in Longbeach[3]), Kalifornien und der Mühle in Marquette bei Lille[4]).

Es wären im Anschlusse hieran noch die Unfälle zu verzeichnen, die sich bei der Probebelastung unmittelbar nach dem Ausschalen ereignet haben. Es ist dies der Einsturz eines Gebäudekomplexes in Mailand[5]) am 17. April 1908 und in Corning New-York im Jahre 1904 u. a. m.

Hier soll die Tatsache verzeichnet werden, daß die gewöhnliche Überwachung eines Eisenbetonbaues sich mit allem beschäftigt, nur nicht mit der Qualität und der Art der Eingerüstung.

Es ist daher nichts Außerordentliches, wenn über den Vorfall des früher erwähnten Bixby-Hotels in Kalifornien mitgeteilt wird, daß der Unternehmer bei der Herstellung des Dachgeschosses, das ursprünglich nicht vorgesehen war und zu dem Unfalle Anlaß gab, alles alte und gebrochene Holz im ganzen Hause zusammentrug, um aus diesem Schund eine Eingerüstung herzustellen. Es wäre daher am Platze, gewisse Musterzeichnungen von Gerüstungen bekanntzugeben, die dem Unternehmer und dem bewachenden

---

[1]) „Eng. News". 1907, S. 69.
[2]) „Schweizer Bauzeitung", 1906 und „Beton und Eisen", 1906, S. 292.
[3]) „Eng. News" vom 6. und 20. Dezember 1906.
[4]) „Beton und Eisen", 1908, S. 75.
[5]) „Beton und Eisen", 1908, S. 180.

Digitized by Google

Ingenieur als Vorbild und Maßstab dienen könnten, was gefordert werden soll.

2. Fehler in der Stützenkonstruktion.

Fehler dieser Art aus dem Gewölbebau reichen weit in der Geschichte hinter das Entstehen des Eisenbetons zurück. Bei Balken kann eine fehlerhafte Stützenkonstruktion entweder nur eine kleine Verschiebung hervorbringen, wie sie mit den Annahmen der Kontinuität nicht vereinbar ist. Diesbezüglich gibt es zahlreiche Beispiele.

Eine richtig ausgeführte und mit dem Balken gut verbundene Stütze gibt demselben einen Grad der Einspannung, die weit über das hinausgeht und viel besser sichergestellt ist, als diejenige, welche von der Kontinuität herrührt. Leider berücksichtigt die heutige Praxis und unsere bisherigen Vorschriften nur die letztere. Es bedürfte daher besonderer Versuche mit eingespannten Trägern und rahmenartigen Anordnungen, um dieses uns bisher dunkle Gebiet so weit aufzuklären, daß wir diese Vorteile auszunützen verstehen und die Bewehrungen der Träger diesen Umstand ohne Verschwendung an Eisen anpassen. Es sei auf einen interessanten Vorfall verwiesen, wo durch einen Fehler mit Bezug auf die Haftspannung und Verankerung das negative Moment bei den Stützen die Eisen im Obergurt aus den Stützen herausgezogen hat, als Beweis für diese nicht genügend anerkannte Wirkung.

Gefährlich kann eine fehlerhaft aufgeführte Stütze werden. Das bekannteste Beispiel dieser Art ist der Einsturz des Hotels zum Goldenen Bären in Basel 1903.[1])

3. Fehler in der Berechnung.

Hier wäre zunächst ein Fehler anzuführen, der, so allgemein bekannt er im Eisenbau ist, im Gebiete des Eisenbetons keine hinreichende Beachtung gefunden hat. Es ist der Umstand, daß ganz ohne Rücksicht auf die Höhe der zulässigen Inanspruchnahmen die Durchbiegung eine gewisse Grenze nicht überschreiten darf.

Unter den zulässigen Inanspruchnahmen wird am meisten gegen die Haftfestigkeit als Grundlage des Verbundes gesündigt. Hier tritt der Versuch in seine Rechte, mittelst dem man die Güte

[1]) „Schweiz. Bauzeitung“ vom 31. August 1901 und 10. Mai 1902, sowie „Beton und Eisen“ 1902.

Digitized by Google

einer Anordnung nachzuweisen in der Lage ist und zeigt häufig, wie irreführend es ist, sich diesbezüglich auf das technische Gefühl zu verlassen! Die Frage der richtigen Anordnung der Eisenstäbe behufs Erzielung des besten Verbundes, mittelst welchem es allein möglich ist, die Eisen voll auszunützen oder aber mindestens doch bis zu dem durch die gewöhnlich zulässig erklärten Grenzen der Haftfestigkeit, hat mannigfache Irrwege gewandelt, die mehrfach zu einer schweren Beschädigung der betreffenden Bauwerke geführt haben. Als Beispiele des Einsturzes von Bauwerken, die ohne Bügel konstruiert worden sind, sei jener der Eisenbahnbrücke bei Luino über den Kanal bei Bataglia[1]) angeführt. Diese Erscheinungen treten — was schließlich überall der Fall ist — besonders deutlich hervor, wenn sich mehrere Fehler an einer Stelle vereint finden. Wenn also z. B. eine mangelhafte Bügelanordnung mit schlechten (lehmigen) Zuschlagstoffen oder auch mit einer schlechten Betonierung (Luftblasen zwischen Bügel und Zugeisen oder Arbeitsgleichen) zusammenfällt, so ist eine Zerstörung des Trägers die notwendige Folge.

Die Zugfestigkeit des Eisens ist heute die sicherste Grundlage unserer Rechnung. Fraglich und im Versuchswege zu ermitteln wäre der Einfluß der Zugfestigkeit des Betons und seiner Scherfestigkeit bei Rippenbalken. Mangels einer genauen Kenntnis dieser Eigenschaften ist man nur zu leicht geneigt, aus bloßer Vorsicht Anforderungen an die Praxis zu stellen, die weit über das Nötige hinausgehen und im Gegensatze zu den hier erörterten notwendigen und gefährlichen Eigenschaften sich als eine national-ökonomische Verschwendung bezeichnen lassen. Dies gilt auch bezüglich der Druckfestigkeit unter Anordnung von Druckeisen im Obergurt. Bezüglich der ersteren habe ich wiederholt nachgewiesen, daß eine Beziehung zwischen Würfelfestigkeit und Druckspannung nur dann möglich ist, wenn man die letztere nahezu verdoppelt. Der zwecklosen Anordnung der Druckeisen ist erst kürzlich Professor Schüle entgegengetreten.[2])

In allen diesen Fällen tritt das Versuchswesen als einzige Anleitung für eine richtige Lösung in Geltung und sollte im weitesten Maße zur Aufklärung benützt werden.

---

[1]) „Il Cemento" 1905, S. 457.

[2]) Heft XII u. XIII der Mitteilungen der eidgen. Versuchsanstalt in Zürich.

Digitized by Google

4. Fehler in der Betonherstellung.

Vorkommnisse auf diesem Gebiet umfassen zunächst den Gebrauch von schlechtem Anmachwasser, schlechten Zuschlagstoffen oder schlechtem Zement. Während man sich früher darauf beschränkt hat, eine Normenprobe des Zementes vorzunehmen, so ist man sich heute bereits bewußt, daß diese überall dort nicht genügt, wo besondere weitgehende Anforderungen an den Zement gestellt werden. Daß also dasjenige, was nach unseren Gefühlen noch einen guten Beton geben sollte, noch lange nicht für Eisenbeton geeignet ist, und daß auch hier das Versuchswesen das letzte Wort zu sprechen hat. Wenn man auch die Opferfreudigkeit verschiedener staatlicher Behörden und des Deutschen Betonvereines besonders anerkennen muß, so darf man doch nicht übersehen, daß die Baufirmen im allgemeinen von dieser Notwendigkeit noch nicht überzeugt sind und nur geringen Gebrauch davon machen.

Von den übrigen Einflüssen, die den Beton zerstören können, wäre zunächst eine fehlerhafte Herstellung anzuführen, wie z. B. Hitze oder Frost beim Betonieren oder auch ein ungenügender Verband der einzelnen Betonschichten. Schließlich kommt die nachträgliche Zerstörung des Betons durch Meerwasser, säurehältige Quellen, Moorgrund und Ähnliches, sowie durch Öl, Petroleum und andere Flüssigkeiten in Frage. Auch auf diesem Gebiete ist das Versuchswesen im Gange, um uns über die Bedeutung und die Verhütung dieser Gefahren aufzuklären.

5. Zerstörung des Eisens.

Hier kommt nur die Zerstörung des Eisens durch Rost in Frage. Die Vorfälle, wo man durch eine ungenügende Umhüllung des Eisens, durch mageren Beton dem Rost Vorschub geleistet hat, sind äußerst selten, da diese Umhüllung leicht herzustellen ist. Gefährlich sind die elekrolytischen Erscheinungen als Folgen von Potentialdifferenzen oder vagabundierenden Strömen, sowie endlich manche als unschuldig angesehene Zusätze zum Beton, z. B. Kochsalz bei Frost. Dasselbe wird später hygroskopisch und befördert die Rostbildung.

Angesichts dieser vielfachen Umstände, die zu Bauunfällen Anlaß geben können, hat man in den Anfängen des Eisenbetons vielfache Zweifel gehegt, ob es möglich sein wird, so vertrauens-

Digitized by Google

würdige Unternehmungen zu finden, die durch ihre verläßliche Organisation der Arbeiten alle diese Klippen zu umgehen verstehen werden. Das bisher geleistete riesige Arbeitsquantum ist der beste Beweis dafür, daß die Zweifel unbegründet waren. Es muß ferner hervorgehoben werden, daß alle Länder, die auf eine zielbewußte Vorschriftgebung hinweisen können, von größeren Bauunfällen dieser Art verschont geblieben sind, so zwar, daß man sagen kann, daß der bisher betretene Weg der Unfallverhütung der richtige war.

Als mangelhaft ist nur die erwähnte Frage der Statistik und die Veröffentlichung dieser Vorfälle zu bezeichnen und gebührt den Bestrebungen, das Versuchswesen aller hier berührten Zweige weiter auszubauen und zu vervollkommnen, der erste Platz, weil wir nur auf diese Weise durch eine bessere Erkenntnis der Umstände in die Lage kommen, dieselben auch in Hinkunft zu verhüten und die als schlecht erkannten Lösungen vermeiden zu können.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

IX 4

EINFLUSS WIEDERHOLTER BEANSPRUCHUNG AUF DIE HAFTFESTIGKEIT VON BETON AN EISEN MIT REINER UND VERROSTETER OBERFLÄCHE.

Von Professor **Bernh. Kirsch**, Wien.

Die Ergebnisse dieser Versuche, welche als Vorproben zu einer größeren Reihe dahingehender Untersuchungen gelten sollten, sind in der „Österr. Wochenschrift f. d. öffentl. Baudienst" zusammengestellt.*) Für die Teilnehmer des Kopenhagener Kongresses 1909 wird es gewiß von Interesse sein, über die Ergebnisse das Wesentlichste summarisch zu erfahren und erlaube ich mir deshalb nachstehend die Resultate mit den notwendigen Einzelangaben bezüglich Herstellung, Lagerung und Prüfung zu berichten.

Es wurden Stäbe von 20 mm Dicke in Würfelformen von 20 cm Kantenlänge einbetoniert, im ganzen 144 Einzelstücke, je drei gleicher Art. Die Vorausbelastungen wurden im gleichen Sinne ausgeführt, wie die nachfolgenden Haftfestigkeitsproben, d. h. Drücke auf das Eisen in achsialer Richtung. Die Zahl der Vorbelastungen betrug nur bis zu 50 Malen, weil ich annahm, daß, wenn überhaupt eine Lockerung des Eisens im Beton eintreten würde, dies schon bei wenigen Belastungen zum Ausdrucke kommen müßte. Auch war es mir weniger um Bestimmung des verschiedenen Einflusses verschieden oft wiederholter Vorbelastungen zu tun, als vielmehr zunächst festzustellen, ob überhaupt ein Einfluß zum Ausdruck kommen würde.

*) Heft 17 ex 1909.

Digitized by Google

Die Zemente (ein Portlandzement und ein Schlackenzement) waren langsam bindend, volumenbeständig, mit Festigkeiten nach vier Wochen von zirka 24 und 340 kg pro cm² auf Zug bezw. Druck.

Die Mischung wurde mit 1 : 3 gewählt.

Die Vorbelastung betrug 150 kg auf 125 cm² Haftfläche.

Der Mörtel wurde nicht eingerammt, sondern nur mit einem Stößel gut verteilt; daher sind die Haftfestigkeiten, absolut genommen, sehr geringe und bilden gewissermaßen eine untere Grenze, die in der Praxis wohl nur ausnahmsweise erreicht werden wird. Aber zum Vergleich waren sie dennoch geeignet.

Die angegebenen Druckfestigkeiten wurden an denselben Würfeln (von 20 cm Kantenlänge) bestimmt, nachdem die Eisen ihre Haftfestigkeit verloren hatten. Die Eisen blieben im Würfel stecken, während der Druck auf die Seitenfläche ausgeübt wurde.

Haftfestigkeiten in kg pro cm².

Zementsorte		Portlandzement			Schlackenzement		
Zahl der Vorbelastungen		0	10	50	0	10	50
1 Monat alt	rein	8·36	7·26	10·11	4·11	6·40	6·64
	mit Rost	8·57	7·61	8·36	3·33	6·28	4·98
3 Monate alt	rein	13·27	6·23	13·58	7·82	10·06	7·78
	mit Rost	8·78	8·37	7·01	6·50	6·72	5·33
Gesamtmittel		9·75	7·37	9·77	5·44	7·39	6·18

Die Druckfestigkeiten betrugen im Mittel

	bei Portlandzement	bei Schlackenzement
nach 1 Monat	106·5 kg pro cm²	58·1 kg pro cm²
„ 3 Monaten	125·8 „ „ „	75·1 „ „ „

Digitized by Google

Hiernach zeigte sich:

1. daß wiederholte Belastungen von 1·2 kg/cm² Haftspannung eine Änderung der Haftfestigkeit **nicht** herbeiführten, weder bei Portlandzement noch bei Schlackenzement;
2. daß verrostete Oberflächen eine beträchtliche Verminderung der Haftfestigkeit verursachten, bei Schlackenzement etwas energischer als bei Portlandzement. Diese Verminderung betrug

nach	1	Monat	bei	Portlandzement . .	4·5%
„	1	„	„	Schlackenzement .	15·0%
„	3	Monaten	„	Portlandzement . .	27·0%
„	3	„	„	Schlackenzement .	27·7%

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

IX5

EINFLUSS SCHWACHEN QUERVERBUNDES AUF DIE FESTIGKEIT DES BETONS; DAS SYSTEM DER „LOSEN QUERVERBINDUNGEN".

Auszug aus dem Berichte von **W. P. Nekrassow,** St. Petersburg.[1])

In den Jahren 1907—1908 hat der Ingenieur W. P. Nekrassow in St. Petersburg Druckversuche mit Probewürfeln aus Beton durchgeführt, die mit einer Querarmierung von einzelnen, in Netzform angeordneten Eisendrähten, in Beton eingelegt und mit Drahtstückchen vermischt, versehen waren.

Die Ergebnisse dieser Proben waren wie folgt: wenn der Durchmesser des in Netzform angeordneten Eisendrahtes 4·00 bis 3·00 mm oder noch weniger betrug, war der Einfluß der Netze auf die Vergrößerung der Betonfestigkeit in allen Fällen ebenso groß, wie jener einer Umschnürung. Das Gleiche gilt für Drahtstückchen, wenn ihr Durchmesser 0·50 – 0·25 mm betrug.

Gleichzeitig beschreibt Herr Ingenieur Nekrassow sein System der losen Querverbindungen in deren Konstruktionsteilen; er bedient sich zweier, von einander unabhängiger Reihen von Querverbindungen, um so eine möglichst rationelle Anordnung der Armierung zu erhalten.

Der Berichterstatter schlägt dem Internationalen Kongreß zu Kopenhagen nachstehende Resolution vor:

Der Kongreß anerkennt die große Wichtigkeit der Frage der Festigkeitserhöhung des Betons durch Armierungen zweiter Ordnung. Außerdem wäre es von Interesse, die Ergebnisse der praktischen Verwendung des Armierungssystems der losen Querverbindungen kennen zu lernen.

---

[1]) Der Originalbericht ist in den „Ergänzungsheften zu den Kongreßberichten" erschienen.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vᴱ CONGRÈS INTERNATIONAL POUR L'ESSAI DES MATÉRIAUX, COPENHAGUE 1909.

V. INTERNATIONALER MATERIALPRÜFUNGS-KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

Vᵀᴴ INTERNATIONAL CONGRESS FOR TESTING MATERIALS, COPENHAGEN 1909.

IX 5

Supplément, — Ergänzungsheft. — Supplement.

L'INFLUENCE DES LIAISONS TRANSVERSALES MINCES SUR LA RÉSISTANCE DU BÉTON; SYSTÈME DES „LIAISONS LIBRES".

Par M. **W. P. Nekrassow,** St. Pétersbourg.

Dans les limites serrées de notre rapport nous avons l'intention de donner seulement le résumé des publications que nous avons déjà faites en russe («Zodchi» 1908, No. 25—29 et 51).

Les barres longitudinales dans les pièces pressées ont le but de diminuer la surcharge du béton. Les armatures de ce genre peuvent être nommées armatures de premier ordre. Le système des frettes de Considère dans les prismes pressés ne diminue pas la surcharge du béton et, tout de même, il le met dans de telles circonstances que la résistance propre du béton augmente, parce que celles-ci diminuent les dangereux élargissements des plans transversaux. Ce sont les armatures de ce genre que nous nommons armatures de deuxième ordre.

Notre rapport s'occupe justement de ces dernières armatures. Le «béton fretté» de Considère a les trois qualités principales suivantes:

1. La résistance à la compression est plus grande que celle du béton simple.

2. La quantité de fer dans les frettes est plus petite que dans les barres longitudinales, en vue de l'augmentation de la résistance donnée.

Digitized by Google

3. Le «béton fretté» ne s'écrase pas spontanément, comme le béton simple, et possède toutes les qualités d'un matériel plastique.

Toutes les autres armatures de deuxième ordre ne peuvent être comparées avec celles de Considère que si toutes ces qualités sont réunies et au même degré.

L'influence d'une armature quelconque à l'augmentation de la résistance du béton peut être appréciée d'après le coefficient d'action utile, comme nous nommons la quantité

$$U = \frac{A\% - 100\%}{p}$$

supposant, que 100% c'est la résistance sur l'écrasement du béton simple (des prismes témoins), A% est la résistance relative d'un prisme armé, et p le pourcentage d'une armature donnée.

Grâce à cette méthode des coefficients d'action utile, nous avons remarqué, par exemple, que l'influence des armatures de Considère diminue avec l'âge du béton.

A la 1. série des prismes de 40 mm de diamètre, essayés à Quimper («Résistance à la compression du béton armé et du béton fretté», par Considère, 1902), âgés de 8 jours, les prismes témoins ont donné 40 kg/cm², et les prismes armés de spires, ayant le pourcentage égal à 2%, ont donné 342 kg/cm², d'où résulte que

$$A = \frac{342 \times 100}{40} = 855\% \text{ et}$$

$$U = \frac{855 - 100}{2} = 378\%.$$

La valeur de U = 378% est la plus grande de toutes celles que nous avons pu trouver; pour les autres séries des essais de Quimper, la valeur des coefficients U diminue successivement avec l'âge du béton. A la 5. série de prismes, âgés de 100 jours, nous avons U = 99%, c'est la plus petite valeur du coefficient d'action utile.

L'autre propriété des frettes, remarquée d'après cette méthode, est que l'influence des frettes diminue, quand la section des prismes augmente.

Les résultats de nos recherches établissent que les coefficients U, pour le noyau de la section des petits prismes, ne peuvent pas dépasser la valeur de 90%—120%. Pour le noyau des prismes de 20—28 cm de diamètre nous avons trouvé les valeurs des

Digitized by Google

coefficients U, égales à 35%—54%. Pour un énorme prisme de 70 cm de diamètre, essayé par Mr. Guidi, le coefficient d'action utile n'est que 33% pour le noyau.

Pour le moment on remarque une tendance à étudier les autres genres d'armatures de deuxième ordre et non seulement celles de Considère.

Les essais récents de ces armatures ne sont pas aussi nombreux que les essais du «béton fretté» et se bornent à présent à des essais sur des petites éprouvettes.

Pour comparer l'influence de ces armatures avec les frettes de Considère il ne faut prendre naturellement, de tous les essais du «béton fretté», que les essais des petites éprouvettes aussi, et pour celles-ci, nous avons conclu que leurs coefficients d'action utile ne dépassent pas la valeur de 90%—120%.

En 1905 l'ingénieur russe N. Abramow, pour le moment Chef de la station d'essai des Matériaux de l'Institut Polytechnique à Donne, a proposé un autre système des frettes, qui s'accommode facilement aux sections quadrangulaires. D'après ce système, deux à deux des quatre barres longitudinales d'une colonne sont reliées par un zig-zag de fil de fer. Abramow a acompli ses essais au Laboratoire de Mr. le professeur N. A. Belelubsky, à l'Institut des Ingénieurs des Voies de Communication. En examinant les résultats de ces essais («Résultats de l'étude parallèlle des propriétés du béton avec des frettes de Considère et d'Abramow», 1906, édition du Laboratoire), où figuraient des prismes quadrangulaires de dimension $15 \times 15 \times 30$ cm, nous avons trouvé les coefficients U pour les noyaux vers 81%—119%, c'est-à-dire dans les limites des coefficients des spires, en sorte que les frettes d'Abramow peuvent être considérées comme équivalentes à des frettes de Considère.

Dans les simples colonnes, les barres verticales de distance en distance sont réunies par des entretoises, ou des maillons; le système de ces armatures augmente aussi la résistance du béton, mais pas aussi vigoureusement que dans les cas précédents des armatures spéciales. Nous apercevons ici une sorte de frettage, des barres verticales et des maillons formant une cage entourant le noyau de la colonne, et en même temps, le renforcement du béton s'atteint ici, grâce à l'influence indépendante des liaisons transversales, parce que celles-ci, grâce à l'adhérence et au frotte-

Digitized by Google

Les séries des éprouvettes	Dimensions des éprouvettes (cm)	L'âge	Les diamètres des fils de fer (mm)	Quantité des fils séparés	Pourcentage	$\frac{1}{d}$	Quantité des éprouvettes	Résistance moyenne (kg/cm²)	Résistance en %	L'influence de l'armature (%)	Coefficient d'action utile
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
No. 1	10 × 10 × 10	28	—	—	—	—	8	84	100	—	—
» 8		28	5,0	6	1,47	0,20	2	150	179	79	54
» 9		28	2,9	16	1,32	0,34	2	185	220	129	91
» 10		23	2,1	30	1,30	0,48	2	246	293	193	148
» 11		28	1,31	76	1,29	0,76	1	262	312	212	164
A—1	15 × 15 × 15	35	—	—	—	—	6	110	107	—	—
A—2		35	5,0	12	1,25	0,20	3	190	173	73	58
A—3		35	4,1	18	1,33	0,24	3	211	192	92	69
A—4		35	3,1	32	1,31	0,32	3	230	209	109	83
A—5		35	2,1	76	1,31	0,48	3	288	262	162	124
A 6		35	4 plaques 0,6 mm d'épaisseur		1,44	—	3	307	279	179	124

Digitized by Google

ment à la surface des deux matières, diminuent aussi les élargissements transversaux du béton.

Comme nous l'avons vu, l'idée de renforcer la résistance du béton au moyen des frettes est déjà adoptée et complètement développée, en même temps qu'une autre idée de renforcer le béton, en profitant des additions transversales, travaillant grâce à l'adhérence et au frottement, n'a pas eu la chance d'être étudiée aussi soigneusement.

Considère communique dans son travail cité qu'il a accompli des essais préliminaires du béton avec des frettes, et avec des liaisons transversales en forme de treillis métalliques rectangulaires, et que dans le premier cas la résistance à l'écrasement était «sensiblement deux fois plus grande», malgré la même quantité de fer, et que dans le deuxième cas la destruction, commencée à la surface, s'approfondissait successivement vers le centre des éprouvettes.

C'est-à-dire, d'après Considère on peut conclure, que les armatures transversales en forme de treillis métalliques sont deux fois moins économiques que les frettes, et qu'en même temps le béton n'acquiert pas les propriétés d'un matériel plastique.

En 1903 Zander (Wittenbourg) a étudié l'influence des barres métalliques de 8—4 mm. de diamètre, disposées sous forme de treillis, introduites dans les prismes de $17 \times 17 \times 17$ cm et $17 \times 17 \times 30$ cm de dimension, transversalement à la direction de la pression („Beton und Eisen" 1903, p. 108). Partiellement les résultats étaient fort intéressants; par exemple dans les prismes, où la quantité des tiges transversales était considérable, la destruction n'était qu'extérieure, les prismes, après l'écrasement conservaient leur forme, et on remarquait le raccourcissement de la longueur des prismes jusqu'à 30—50mm par mètre. C'est-à-dire que le béton, grâce à l'introduction de ces liaisons transversales, est devenu évidemment plastique, ce qui contrarie la conclusion de Considère, qui n'attribuait ces propriétés qu'au béton avec des frettes. Les coefficients d'action utile U des armatures transversales dans les essais de Zander, que nous avons étudiés, ne dépassent que 6%—25%, c'est-à-dire qu'ils étaient bien moindres que les coefficients des frettes. C'est peut-être a cause de ce dernier résultat que Zander laisse son travail sans le poursuivre et sans proposer de nouvelles constructions.

Digitized by Google

C'est seulement la publication de Schinke et Löser (Dresden) en 1907 („Beton und Eisen" No. VI et VII) qui continue le travail de Zander. A propos des additions transversales ils disent:

Um zunächst festzustellen, welche Form der Quereinlagen die größte Wirksamkeit verspreche, wurden Würfel mit verschiedenen Quereinlagen als einfache Stäbchen, Drahtgeflecht, Rahmen aus Draht, Flacheisen und Winkeleisen, glatte gelochte Bleche hergestellt. Die letztgenannte Sorte von Einlagen stellte sich als die wirksamste heraus, es wurden daher nur Bleche ..... benutzt.

Grâce à cette conclusion, que les tôles de fer minces donnent les meilleurs résultats, ces expérimentateurs étudient et publient les essais avec ces dernières espèces d'armatures.

L'examen des coefficients U, que nous avons calculés d'après les données de Schinke et Löser, nous a montré, que Schinke et Löser ont prouvé les premiers, au moins pour des plaques, que l'influence des armatures transversales peut être aussi grande, que l'influence des frettes. Pour les plaques de 0,5 mm d'épaisseur les coefficients d'action utile montaient jusqu'à 115%, ce qui est le maximum pour les frettes.

Le seul inconvénient des plaques qu'on remarque maintemant, quand on préfère profiter du fer rond, c'est que l'adhérence du fer plat au béton est relativement faible.

Schinke et Löser ont proposé une construction spéciale exploitant les propriétés des plaques.

Leur colonne contient une quantité de plaques minces, destinées à augmenter la résistance du béton; ces plaques, en même temps, jouent le rôle de maillons, reliant des barres longitudinales.

Et c'est tout ce que nous avons pu trouver d'éminent à propos de la question des additions transversales en l'absence des barres longitudinales.

Voici quelques remarques modestes pour éclaircir cette question fort intéressante, que nous ajoutons de notre part.

En 1907 nous avons commencé une série d'essais au Laboratoire de Mr. le professeur N. N. Mitinsky (Institut Elektrotechnique, St.-Pétersbourg). N'ayant pas encore fini tous nos essais, nous ne communiquons ici que les résultats de quelques-uns, qui nous paraissent les plus frappants.

Digitized by Google

Le tableau ci-dessous résume les résultats des essais des éprouvettes cubiques armées de liaisons transversales en fils de fer séparées, en forme de treillis:

La disposition des liaisons était généralement d'après la fig. 1. Les bouts déformés des fils de fer séparés touchaient à peu près le contour de la section; les distances s entre les treillis étaient à peu près égales aux distances s entre des fils voisins.

L'idée dominante de notre programme était d'étudier principalement l'influence des diamètres des fils de fer employés. Cette question restant mal éclairée dans les essais précédents, cités plus haut, nous a paru fort intéressante, surtout parce que l'influence des fils de fer minces n'était pas du tout étudiée.

Les éprouvettes cubiques No. 1—11 de 10×10×10 cm de dimension étaient préparées et écrasées en même temps, à l'âge

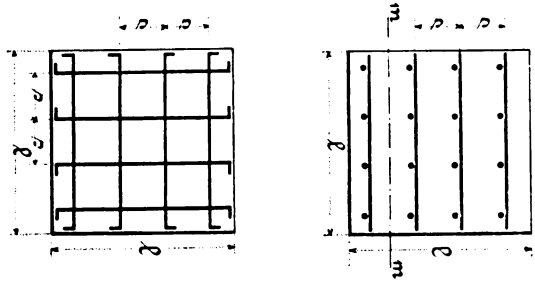


Fig. 1.

de 28 jours. Les éprouvettes Nr. 1 n'avaient pas d'armatures. Le pourcentage de fer dans les autres éprouvettes restait à peu près le même, ne changeant qu'entre 1,47% et 1.29%.

Le diamètre des fils de fer employés, étant égal dans les éprouvettes No. 8 à 5,00 mm, diminuait successivement pour les séries suivantes, tombant jusqu'à 1,31 mm dans les éprouvettes Nr. 11.

Nous voyons que la résistance moyenne du béton simple étant égale à 84 kg/cm², pour les éprouvettes armées de fils de fer de 5,00 mm était 150 kg/cm², et augmentant successivement pour les fils plus minces, pour les fils de fer 1,31 mm de diamètre était la plus grande — 262 kg/cm².

Une autre série d'éprouvettes A — 1, . . ., A — 5 de dimensions 15×15×15 cm, confectionnées plus tard suivant le même programme et écrasées à l'âge de 35 jours, répète les résultats des

Digitized by Google

essais précédents La résistance du béton simple étant égale à 110 kg/cm², celle des éprouvettes armées augmente successivement jusqu'à 288 kg/cm², où les fils de fer avaient le plus petit diamètre de 2,1 mm, malgré que le pourcentage était presque le même, ne changeant qu'entre 1,25% et 1,33%.

Les coefficients d'action utile des éprouvettes de 10×10×10 cm atteignent pour les fils de fer de 2,1 mm et 1,31 mm des quantités 148% et 164%; les coefficients des éprouvettes de 15×15×15 cm pour des fils de 2,1 mm atteignent 124%.

Ces résultats nouveaux indiquent, que l'influence des treillis en fils de fer à l'augmentation de la résistance du béton à l'écrasement peut être aussi haute, et même plus haute que l'influence des frettes. Ce que Schinke et Löser ont démontré pour des plaques, nous l'avons démontré précisément pour des treillis en fils rectangulaires, à propos desquels Considère affirmait qu'ils ne donnent que des résultats deux fois plus faibles que des frettes.

Les éprouvettes A — 6, au lieu des treillis en fils, étaient armées de plaques métalliques de 0,6 mm d'épaisseur, le pourcentage étant égal à 1,44%. Ces plaques ont donné le coefficient d'action utile égale à 124%, c'est-à-dire égal au coefficient des fils de 2,1 mm de diamètre.

Cela vérifie la conclusion de Schinke et Löser, que des plaques donnent de hauts résultats, mais ils avaient tort de préférer les plaques au treillis en fils de fer. L'influence des plaques à l'augmentation de la résistance est la même, mais leur adhérence au béton est bien moins parfaite que celle des liaisons en fils de fer.

Zander affirmait que le béton, grâce à l'introduction des fils de fer séparés transversaux, devient évidemment plastique. Nos essais ont prouvé la même chose. Le béton armé de fils de fer, surtout de petit diamètre, quand les fils se disposaient tout près l'un de l'autre, ne s'écrasait plus simultanément. Après la destruction des couches extérieures du béton, qui couvrait les bouts des liaisons transversales, les éprouvettes résistaient encore bien longtemps, la destruction ne s'approfondait pas vers leur centre, et les éprouvettes conservaient leur forme cubique; pour retirer l'armature, il fallait briser le béton avec des marteaux.

Digitized by Google

La photographie de fig. 2 nous montre l'aspect des éprouvettes armées et non armées après la destruction.

Entre autres nous voyons l'aspect d'une éprouvette A—6, avec des plaques. Une fente transversale, qu'on voit bien à la photographie, démontre que l'adhérence des plaques au béton est relativement faible, malgré que chez nous chaque plaque était percée de cinq trous.

D'après les résultats de nos essais nous avons pu lire les conclusions suivantes.

L'augmentation de la résistance à l'écrasement du béton, armé des liaisons transversales en forme de treillis en fils de fer,

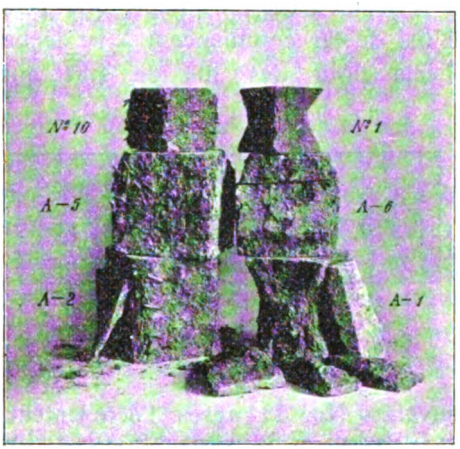


Fig. 2.

se produit grâce à l'adhérence et le frottement à la surface des deux matières, que nous avons marquées plus haut. Si les diamètres des fils de fer diminuent en même temps que le pourcentage reste le même, alors la surface totale des liaisons transversales s'augmente, et les fibres métalliques minces, perçant le béton, deviennent plus nombreuses. Grâce à ces deux causes, la résistance du béton augmente, ses propriétés élastiques se changent complètement. Ce changement des propriétés élastiques du béton, percé de nombreux fils minces, est bien plus profond que l'influence des frettes, qui ne sont qu'un obstacle tout-à-fait extérieur.

Digitized by Google

La surface totale des liaisons en fils d'un volume donné du béton, si la quantité de fer est la même, est proportionnelle à la quantité 1/d, où d est le diamètre des fils de fer. Si nous traçons un diagramme en prenant les quantités 1/d comme des abscisses, et les coefficients d'action utile U comme ordonnées, alors nous recevons des lignes montantes et à peu près droites pour les fils de 5,00—2,1 mm de diamètre, mais quand les diamètres sont diminués encore plus, la ligne devient brusquement courbe, s'approchant d'une asymptote horizontale. C'est parce que l'augmentation de l'écrasement, en vue d'une quantité de fer donnée, ne peut pas surpasser une certaine limite, vers laquelle nous commençons à approcher, dès que les fils deviennent tellement minces que leur résistance est plus faible que la force du frottement, et que les fils de fer commencent à se déchirer. Nous avons remarqué déjà cela pour des fils de 1,31 mm de diamètre,

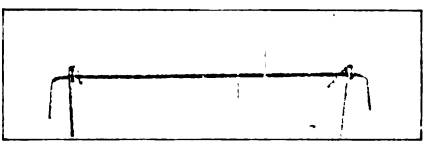


Fig. 3.

retirés des éprouvettes No. 11 après l'écrasement. Quelques-uns de ces fils étaient déchirés en trois morceaux. En même temps plusieurs fils de fer avaient des points de striction disposés tous près l'un de l'autre à la longueur du même fils de fer, comme le montre la photographie de fig. 3.

Dans nos travaux plus détaillés nous faisons quelques remarques pour calculer l'influence de treillis en fils de fer sur l'augmentation de la résistance du béton.

Dans ces travaux nous communiquons aussi les résultats des quelques essais que nous avons faits avec du béton qui était, avant la mise en oeuvre, mélangé avec des copeaux en fils de fer. Les coefficients d'action utile d'une pareille armature, quand les diamètres des fils de fer du «béton poilu» étaient très minces, par exemple de 0,40—0,27 mm, atteignaient des quantites $134^0/_0$—$158^0/_0$.

Digitized by Google

La question des diverses sortes d'additions transversales est à résoudre pour le moment, et il serait très utile de prolonger ces essais préliminaires.

Cependant nous nous sommes intéressés de trouver les meilleures méthodes pratiques pour utiliser des précieuses propriétés des additions transversales.

Les praticiens jusqu'à présent se bornaient à profiter des anciennes formes des liaisons transversales, qui avant étaient destinées à servir à d'autres buts spéciaux.

C'est ainsi qu'on sait profiter maintenant des entretoises et des maillons transversaux, qui relient les barres verticales des colonnes, en même temps pour augmenter la résistance des colonnes. Quelques-uns de ces praticiens, peut-être, en vue des essais de Zander, avaient la tendance de relier les barres de maillons plus nombreux, à l'aide de fils de fer plus minces, mais toujours sans changer les formes anciennes des liaisons transversales. Même à la colonne de Schinke et Löser avec de nombreuses plaques métalliques, ces plaques servant de maillons entre les barres verticales, cette forme traditionnelle est conservée. Il paraît qu'Hennebique se servait des étriers dans ses plaques en béton armé, plus nombreux qu'il le fallait contre le cisaillement, et montant dans les couches supérieures, en même temps pour renforcer les couches comprimées.

Cette manière traditionnelle nous a paru peu avantageuse.

Il nous a paru plus rationnel, au lieu de profiter des anciennes formes des liaisons transversales pour utiliser en même temps leur propriété d'augmenter la résistance du béton, de se servir dans les pieces de construction de deux séries parallèles de liaisons transversales, disposées indépendamment l'une de l'autre, ce qui nous a amené, vu que personne n'a proposé la même disposition, à un nouveau système «de liaisons libres». Les constructions principales de ce système sont représentées sur la planche I.

La fig. 1 de la planche représente l'élévation et les sections d'une colonne, ou généralement d'une pièce travaillant à la compression. Les barres verticales R sont reliée par des maillons k, qui peuvent avoir n'importe quelle forme usuelle, et qui servent chez nous seulement pour relier des barres R; pour augmenter la résistance

Digitized by Google

Le Système des liaisons libres.

W. Hebrazeau.

Fig. 2. Poutres aux appuis libres.

Fig. 3. Poutre encastrée.

Fig. 4-6. Arcs et console.

Fig. 1. Colonne.

Coupe „m-m".

Coupe „m-m".

Coupe „m-m".

Fig. 7-9. Poutres.

Digitized by Google

du béton nous ajoutons parallèlement des barres transversales i, destinées seulement à augmenter la résistance. En vue de leurs buts spéciaux, les maillons k peuvent être assez forts, et pour relier des barres R ne doivent pas être nombreux, tandis que les additions i destinées à renforcer le béton doivent être disposées d'une façon plus serrée et être formées de fers minces. Les additions i peuvent présenter la forme de fils, bandes, tôles, etc. Elles ne sont d'aucune façon reliées avec les barres longitudinales, ce qui facilite beaucoup leur mise en oeuvre; pour des plaques on doit prévoir de larges trous, pour laisser passer les barres longitudinales sans aucun inconvénient. C'est à ces dispositions caractéristiques que le système «des liaisons libres» doit son nom.

Rien ne nous empêche, pour renforcer toute la section et non seulement le noyau, de prolonger les liaisons i jusqu'au contour extérieur, les bouts des liaisons étant déformés ou non.

La fig. 2 représente une poutre librement posée. Au lieu de disposer des étriers k plus nombreux, nous les laissons seulement contre le cisaillement, et pour renforcer le béton, nous nous servons en même temps des liaisons additionelles i, disposées dans des couches comprimées, le plus rapprochées que posible au milieu de la poutre.

Les fig. 3—6 ne sont compréhensibles sans explications.

En plus des additions i, ou indépendemment dans les couches comprimées on peut employer «le béton poilu», comme cela est representé par les fig. 7—9.

L'emploi des deux séries indépendantes de liaisons transversales à la même pièce conduit à la plus rationnelle disposition du métal dans ces liaisons. Grâce à cela, le système admet l'augmentation de la surcharge des couches comprimées dans des limites très larges. Les éléments de la construction deviennent bien plus légers et dans certaines circonstances même plus économiques.

La plus précieuse qualité du système «des liaisons libres», comme celle du «béton fretté», c'est que la matière des couches comprimées est plastique, ne se rompant jamais brusquement, ce qui est très sérieux en vue des accidents toujours possibles.

Le système est admissible dans des cas tout à-fait singuliers, comme par exemple des plaques minces, travaillant à la flexion (hourdis).

Digitized by Google

Nous avons communiqué les résultats de nos essais, au Congrès XII des spécialistes russes du ciment au mois de novembre de 1908 à Moscou, et nous avons proposé la conclusion suivante, adoptée par le Congrès:

«Le Congrès avoue que les questions de l'augmentation de la résistance du béton au moyen des armatures du deuxième ordre, sont d'une grande importance. Entre autre, il serait intéressant de savoir les résultats d'applications pratiques du système „des liaisons libres".»

Le rapporteur a l'honneur de proposer la même conclusion au Congrès International de Copenhague.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

X1

FORTSCHRITTE IN DEN PRÜFUNGSVERFAHREN HYDRAULISCHER BINDEMITTEL.

Offizieller Bericht von **R. Feret,** Boulogne-sur-mer.

Übersetzung aus dem Französischen.

Bei dem 1906 in Brüssel abgehaltenen IV. Kongreß des internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik hat der Ausschuß 22 die Schlußfolgerungen zur Annahme unterbreitet, zu welchen er durch seine umfassende, bis in die Zeit der Gründung des Verbandes zurückreichende Arbeit gelangt war, die die Aufstellung einheitlicher Prüfungsmethoden für die verschiedenen in den Arbeitsbereich des genannten Verbandes fallenden Materialien zum Zwecke hatte.

Aber wegen der einem derartigen Versuche nach Vereinheitlichung anhaftenden Schwierigkeiten aller Art hat der Ausschuß nur solche Untersuchungsverfahren offiziell empfehlen können, welche schon seit langem erprobt und eingebürgert waren, und eine solche Lösung muß wegen der immer vorauszusehenden Fortschritte, bloß eine provisorische sein.

In dem vorliegenden Berichte soll nun eine Übersicht über diejenigen Untersuchungsmethoden hydraulicher Bindemittel gegeben werden, welche geeignet erscheinen, die von der Kommission vorgeschlagenen Methoden später zu ergänzen oder zu ersetzen, weil sie entweder erst nach Abschluß der Arbeiten der Kommission aufgekommen sind, oder weil sie, obgleich schon mehr oder weniger bekannt, nicht für hinreichend erprobt befunden wurden, um damals schon die Genehmigung des Verbandes zu erhalten.

Digitized by Google

In Anbetracht des enggezogenen Rahmens dieser Arbeit soll hier bloß auf das Grundsätzliche der Prüfungsverfahren und nicht auch auf deren Einzelheiten eingegangen werden.

Chemische Zusammensetzung.

Bis nun hat sich der internationale Verband noch nicht mit der chemischen Analyse der hydraulischen Bindemittel beschäftigt, einer Prüfungsart übrigens deren Zugehörigkeit zu den Aufgaben des Verbandes bestritten werden könnte, da sie wohl mehr in den Bereich der reinen Chemie, als in den der Technologie zu gehören scheint. Gleichwohl sind die in Rede stehenden Fabrikate fast immer Übernahmsbedingungen hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung unterworfen, und es geschieht häufig, daß Schwierigkeiten infolge der Unstimmigkeit entstehen, die sich in den verschiedenen Laboratorien in Bezug auf das Mengenverhältnis des einen oder anderen Bestandteiles ergeben. Darum muß sich der Verband die Frage vorlegen, ob es nicht einen Fortschritt bedeuten würde, für Kalke, Zemente und ähnliche Produkte eine einheitliche und praktische, chemisch-analytische Normenprüfung festzusetzen, die in Streitfällen entscheide, ohne jedoch die anderen chemischen Methoden unbedingt auszuschließen, welche der betreffende Prüfer für die Endzwecke seiner Untersuchungen etwa für geeigneter halten möchte, sei es nun, daß es sich um die Bestimmung von Bestandteilen handelt, die nur ausnahmsweise in Zementen vorkommen, also um Analysen von großer Genauigkeit, oder aber um eine rasche, mehr oder weniger approximative, chemische Prüfung.

Eben diesen Weg hat man bereits in den Vereinigten Staaten durch eine wichtige Arbeit beschritten, die zu dem Zwecke unternommen worden war, eine einheitliche analytische Untersuchungsmethode der Roh- und Garprodukte der Industrie hydraulischer Bindemittel festzustellen.

Gleichzeitig sollte der Verband der Frage nähertreten, ob nicht auch für gewisse chemische Untersuchungen mehr konventionellen Charakters bestimmte Methoden anzugeben wären, wie beispielsweise bei der Gewichtsbestimmung der löslichen Kieselsäure, deren Ergebnis doch sicherlich von den Bedingungen abhängt, unter denen man ihre Lösung vorzunehmen versucht.

Digitized by Google

Ähnliche Versuche schließen sich an die Ermittlung des chemischen Aufbaues, d. i. der Wertigkeit und Gruppierung der Elemente an (ein Punkt, über den sich übrigens noch lange streiten ließe), während die chemische Zusammensetzung, d. h. der Prozentsatz der verschiedenen Elemente, einerseits zwar immer genau bestimmt werden kann, anderseits aber nur sehr wenig Anhaltspunkte über die Beschaffenheit des Fabrikates gibt.

Spezifisches Gewicht.

Das spezifische Gewicht ist eine vollkommen bestimmte Eigenschaft, und es mangelt nicht an Verfahren zu dessen genauer Ermittlung, so daß derzeit auf diesem Gebiete wohl keine wichtigen Fortschritte in Aussicht stehen.

Indessen ist diese Frage noch lange nicht erschöpft, und man ist noch nicht einig über den Wert, den man dieser Bestimmung als Mittel zur Unterscheidung der hydraulischen Bindemittel untereinander oder zur Abschätzung ihrer Qualität beimessen soll. Ebenso ist man nicht einig darüber, ob es besser ist, den Zement so, wie er in den Handel kommt, zu erproben, oder ihn vorher nochmals auszuglühen.

Scheinbare Dichte.

Im Gegensatze zum spezifischen Gewicht beruht die scheinbare Dichte nur auf Übereinkunft und ändert ihre Größe je nach der Art der Messung.

Die von dem internationalen Verband — auf Vorschlag der Kommission 22 — angenommene Messungsart läßt das Litergewicht des nicht eingerüttelten Materiales unter recht ähnlichen Bedingungen ermitteln und scheint keiner Vervollkommnung mehr fähig.

Aber auch hier — wie im vorhergehenden Falle — läßt sich über die Nützlichkeit dieses Versuches streiten, ebenso wie über die Nützlichkeit der gleichzeitigen Bestimmung des Litergewichtes bei unter genau bestimmten Verhältnissen eingerütteltem Material.

Mahlfeinheit.

Die Anwendung von Sieben zur Trennung der hydraulischen Bindemittel nach den verschiedenen Korngrößen und zur Bestimmung des Mengenverhältnisses derselben hat Anlaß zu zahlreichen Einwendungen gegeben. Die zwei wesentlichsten Einwände sind einerseits

Digitized by Google

die große Schwierigkeit, Metallsiebe einer streng bestimmten Type zu erhalten, von vollkommener Regelmäßigkeit und Gleichförmigkeit, was die Durchmesser und die Entfernung der Drähte betrifft, und andererseits die Unmöglichkeit, unter gleichartigen Bedingungen mit Hilfe von sehr engmaschigen Sieben auch die feinsten Teilchen zu trennen, die in den pulverförmigen Materialien enthalten sind.

Verschiedene Forscher haben eine planmäßige Trennung der Pulverarten dadurch angestrebt, daß sie das Pulver entweder in einer Flüssigkeit schüttelten, die sie nach einem entsprechenden Zeitraum mit den schwimmenden feinen Teilchen abgossen, oder in einem gasartigen oder flüssigen, regelbaren Strome schlemmten, der die feinsten und leichtesten Teilchen fortspülte. Durch entsprechende Änderung der Abklärungsdauer im ersten und der Strömungsgeschwindigkeit im zweiten Falle kann man eine Trennung der Pulver nach beliebigen Korngrößen erreichen.

Es scheint aber, daß man noch keinen genügend einfachen Untersuchungsvorgang gefunden hat, den man genau festsetzen könnte und der geeignet wäre, von dem Verbande jetzt schon als einheitliches internationales Prüfungsverfahren empfohlen zu werden. Es ist hier lediglich die Ansicht gestattet, daß ein Luftstrom sich wahrscheinlich als praktischer erweisen würde, als strömende Flüssigkeit.

Übrigens ist diese Frage einer besonderen Kommission zum Studium überwiesen worden.

Homogenität.

Die im Arbeitsplan der Kommission 22 nicht vorhergesehenen Versuche, zu erkennen, ob ein Bindemittel gleichartig ist und welche Fremdmaterialien gegebenen Falles in ihm enthalten sind, sollen je nach der Art der vermuteten Verunreinigung nach verschiedenen Methoden ausgeführt werden, und dürften demzufolge nicht zu vereinheitlichen sein. Die Verfahren, welche man hier am häufigsten anwendet, bestehen in der Trennung des Pulvers nach den verschiedenen spezifischen Gewichten der unterschiedlichen Körner — vorgenommen durch das Aufschwimmen und Setzen derselben in Flüssigkeiten von geeigneten Dichten — oder im Sondern nach Korngröße durch Sieben bezw. durch Schlämmung oder Windsichtung und endlich in der darauffolgenden mikroskopischen oder analytischen Untersuchung der solcherart erhaltenen Korngattungen.

Digitized by Google

Volumenbeständigkeit.

Man hat diesbezüglich zahlreiche Verfahren angewendet. Am häufigsten bestanden sie darin, daß man Kuchen mit abgeflachten Rändern, Kugeln oder Cylinder formte und diese Probekörper bei Zimmertemperatur oder Hitze an der Luft, im Wasser oder endlich unter Einwirkung von Dampf aussetzte. Offensichtlich sind die verschiedenen Verfahren nicht gleich scharf, häufig sogar gestatten deren Ergebnisse nicht einmal eine unveränderte Einreihung der gleichen Zemente.

Die einzigen Verfahren, die sich noch etwas eingebürgert haben, sind die Kuchenprobe bei gewöhnlicher Temperatur (die aber manche mangelhaften Bindemittel aushalten) und das in heißem Wasser vorgenommene Prüfungsverfahren mit Probezylindern umschlossen von dünnwandigen, gespaltenen Metallformen, die zur Messung der Abstandsvergrößerung mit langen Meßspitzen versehen sind (Verfahren nach Le Chatelier). Durch ihre Einfachheit und Raschheit, sowie durch die bestimmte, ziffernmäßige Art ihrer Ergebnisse stellt diese Methode in der Tat einen Fortschritt dar und hat daher widerspruchslos in den meisten Bedingnisheften Aufnahme gefunden.

Was endlich die Prüfungsverfahren betrifft, die auf einer sehr genauen Ermittlung der Längenänderung prismatischer Probestücke beruhen, so bleibt deren Anwendung schon mit Rücksicht auf die hierbei notwendigen außerordentlich genauen Messungen nur auf bestimmte, rein wissenschaftliche Versuche beschränkt. Sie scheinen übrigens nicht jeder Kritik stand halten zu können.

Eine besondere Kommission ist mit der Frage nach den Prüfungsverfahren auf Volumsbeständigkeit beschäftigt.

Einwirkung des Meerwassers.

Ein allgemein gebräuchliches Verfahren, das sicher und zugleich rasch die Widerstandsfähigkeit der hydraulischen Bindemittel gegenüber dem zersetzenden Einflusse des Meerwassers und schwefelsäurehältigen Wassers beurteilen ließe, gibt es vorläufig nicht, und die noch immer am häufigsten angewendete Methode besteht einfach darin, die Mörtelproben ins Meerwasser zu tauchen und dann ihr Verhalten während eines möglich langen Zeitraumes zu beobachten. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind indessen je nach der Mörtelzusammensetzung und je nach den Bedingungen, unter denen

Digitized by Google

die Proben eingetaucht wurden, verschieden, und man ist häufig genötigt, sehr lange zu warten, bevor sich Zersetzungserscheinungen wahrnehmen lassen. Bisweilen ist aber auch dann noch deren wahrer Charakter nicht immer mit aller Sicherheit festzustellen. Jedenfalls ist es bei derartigen Versuchen geboten, gewisse Nebenbildungen, wie etwa Oberflächenerkrustungen, zu vermeiden, die je nachdem den Zersetzungsvorgang zu verzögern oder zu beschleunigen oder die wirklichen Erscheinungen zu verschleiern vermögen.

Wissenschaftlichere und auch rascher zum Ziele führende Prüfungsverfahren liegen vor und es wäre von Interesse, sie in mehreren Laboratorien zu überprüfen.

Abbindezeit.

Die Anwendung der Vicat-Nadel ist heute noch das einzige praktisch angewendete Verfahren zur Bestimmung der Abbindezeit hydraulischer Bindemittel. Diese Vorrichtung ist zwar von größter Einfachheit, ihre Angaben sind aber bisweilen zweifelhaft, namentlich dann, wenn es sich darum handelt, das Ende des Abbindeprozesses abzuschätzen. Überdies stehen diese allerdings konventionellen Angaben nicht immer im gleichmäßigen Verhältnis zu den Abbindezeiten der gebräuchlichen Mörtelgattungen.

Man hat daher versucht, genauere Prüfungsmethoden ausfindig zu machen.

Forschungen, die auf Messung des während des Abbindeprozesses sich ändernden elektrischen Widerstandes beruhten, haben keine brauchbaren Ergebnisse erbracht.

Andere Untersuchungen haben darauf abgezielt, den Vorgang des Abbindens mit den Temperaturänderungen des Mörtels in Zusammenhang zu bringen; man erhält auf diese Weise Kurven von hinreichend regelmäßigem Verlauf, die aber von den Versuchsbedingungen sehr empfindlich abhängen und überdies chemische Vorgänge zum Ausdruck bringen, deren wesentlicher Zusammenhang mit der „Abbindung" genannten Zustandsänderung des Mörtels noch nicht einmal aufgeklärt ist.

Das Wesentliche einer wirklich brauchbaren Abbindeprobe wird darin bestehen, daß sie angibt, innerhalb welches Zeitraumes, vom Zeitpunkte der Aufbereitung an gerechnet, ein bestimmter Mörtel ohne Einbuße an hydraulischen Eigenschaften noch verwendet

Digitized by Google

werden kann, ohne daß er durch neuerlichen Wasserzusatz oder durch eine ziemlich ausgiebige mechanische Behandlung aufgefrischt werden muß.

Versuchsmörtel.

Je nach den verschiedenen Ländern werden für die Festigkeitsproben entweder ausschließlich Sandmörtel oder auch noch Zementbrei ohne Sand verwendet. Hinsichtlich ihrer Zusammensetzung sind die Probekörper letzterer Art allerdings leichter zu bestimmen wie die ersteren und können auch unter eher vergleichbaren Bedingungen hergestellt werden; der praktische Wert der entsprechenden Versuchsergebnisse ist jedoch anfechtbar.

Die Versuchsmörtel sind aus 1 Gewichtsteil des Bindemittels und aus 3 Gewichtsteilen eines Sandes zusammengesetzt, der Normalsand genannt wird und dessen Korngröße und Steingattung von erheblichem Einfluß auf die Ergebnisse der Festigkeitsproben sind.

Mehrere Länder haben bezüglich ihres Normalsandes eine genaue Begriffsbestimmung vorgenommen und geeignete Maßnahmen getroffen, um die Reinheit und die Gleichmäßigkeit des Materiales durch eine genau festgesetzte Kontrolle sicherzustellen. Auf die Wahl eines international gültigen Normalsandes hat man sich aber bisher noch nicht einigen können, und eine Kommission des Verbandes ist damit beauftragt, eine diesbezügliche Vereinheitlichung anzubahnen.

Lange Zeit hindurch hat man zu den Normalmischungen einen verhältnismäßig geringen Wasserzusatz gegeben, und zwar gerade so viel, daß der Mörtel erdfeucht war, hat ihn dann kräftig in Formen gestampft, entweder von Hand mittels einer Spatel oder auf mechanische Weise mit Hilfe von derart ausgeführten Vorrichtungen, daß an dem Mörtel ein ganz bestimmtes Maß von Stampfarbeit vorgenommen wurde. Gegen dieses Verfahren hat man jedoch eingewendet, daß der Vergleich von derartig gestampften Mörtelproben hinsichtlich des verwendeten Zementes eine Schlußfolgerung zuließe, welche den betreffenden Festigkeitswerten der in der Praxis viel weicher ausgearbeiteten Mörtel nicht entspricht. In verschiedenen Staaten verwenden deshalb Behörden und große technische Vereine vielfach für ihre Normalversuche jetzt plastischen Mörtel, der ohne Stampfen eingebracht wird. Die

Digitized by Google

Hauptschwierigkeit, welche nun dieses Verfahren seiner Verallgemeinerung entgegensetzt, besteht in der genauen Feststellung des Begriffes „plastisch" und in der Art, wie der Mörtel in die Form einzupressen ist. Die schon oben genannte Kommission des Verbandes ist auch beauftragt, sich mit dieser Frage zu befassen.

Was nun die Aufbewahrung der Probekörper vom Zeitpunkt ihrer Anarbeitung bis zum Bruchversuch anbetrifft, so hat sich darin an der bisherigen Gepflogenheit nichts geändert, obgleich man in manchen Ländern jetzt bemüht ist, ein Verfahren ausfindig zu machen, das eine bessere Unterscheidung der eigentlichen Portlandzemente von den verschiedenen Konkurrenzprodukten ermöglicht.

Festigkeitsproben.

Die beiden Prüfungsarten, die fast ausschließlich angewendet werden, sind die Zugprobe, vorgenommen an 8-förmigen Probekörpern, deren Modellformen beinahe in allen Ländern gleichgestaltet sind, und die Druckproben mit Würfeln oder mit Bruchstücken der vorhin genannten Zugprobekörper. In manchen Ländern gibt man wegen ihrer leichteren Durchführbarkeit den Zugproben den Vorzug, in anderen den Druckproben, welche eine bessere Unterscheidung der verschiedenen Fabrikate zu ermöglichen scheinen.

Man hat weiters auch vorgeschlagen, die Zugproben durch Biegungsproben zu ersetzen, die entweder mit Hilfe einer zentralen Einzellast oder auch in der Art durchzuführen wären, daß das Biegungsmoment auf eine bestimmte Strecke hin konstant bleibt. Als Probekörper würden dann Prismen von quadratischem Querschnitt zur Verwendung kommen, die leicht herstellbar und in ihren Ausmaßen einfach bestimmbar sind. Die Bruchhälften dieser Prismen könnten dann auch noch zur Vornahme von Druckversuchen dienen. Diese Versuchsmethode hat den Beifall des Verbandes gefunden und sie wurde deshalb der oben genannten Kommission zum weiteren Studium zugewiesen.

Schließlich wäre noch unter den Festigkeitsprüfungen die Scherprobe anzuführen, deren Ergebnisse es ermöglichen würden, den Sicherheitsgrad zu berechnen, den eine Eisenbetonkonstruktion bei Scherbeanspruchung aufweist; bis heute ist aber noch kein Prüfungsverfahren bekannt, das diesbezüglich völlig frei von systematischen Irrtümern wäre und eine genaue Messung der Scherfestigkeit gewährleistete.

Digitized by Google

Beschleunigte Proben.

Man hat früher geglaubt, die den Festigkeitsproben vorangehende Lagerungszeit der Probekörper etwa durch die Einwirkung von Hilfmitteln, wie z. B. die Hitze, teilweise ersetzen zu können, welche die chemischen, mit der Erhärtung der hydraulischen Bindemittel in einem innigen Zusammenhange stehenden Vorgänge beschleunigen können.

Zahlreiche Versuche haben gezeigt, daß die Festigkeitswerte, die man nach Anwendung irgend eines beliebigen, beschleunigten Verfahrens erhielt, niemals in einem bestimmten brauchbaren Verhältnis zu den Werten standen, welche die sonst gleichen, aber unter den üblichen Bedingungen, d. i. allmählich erhärtenden Probekörper ergeben. Es scheint auch, daß man es nunmehr aufgegeben hat, nach einer Lösung dieser Aufgabe weiterhin zu forschen.

Haftfestigkeit.

Die vom internationalen Verbande aufgeworfene Frage der Haftfestigkeitsversuche war auf dem Brüsseler Kongresse im Jahre 1906 Gegenstand eines zusammenfassenden Berichtes, in welchem namentlich gesagt ist, daß erstens die Versuchsmethoden eine Messung des Haftvermögens jedes beliebigen Mörtels an jedem beliebigen Stoffe ermöglichen müssen, und zweitens, daß man zwischen einer normal und zwischen einer tangentiell wirkenden Haftfestigkeit zu unterscheiden habe, d. h. Grenzspannungen, die als Widerstände gegen ein Loslösen der aneinander haftenden Körper zur Geltung kommen, je nachdem die äußere einwirkende Kraft normal zur Haftfläche gerichtet ist, oder in dieser selbst gelegen ist. Was nun die vorgeschlagenen Verfahren zur Messung dieser beiden Haftfestigkeiten anbelangt, so wäre es jedenfalls unvorsichtig, sie ohne weitere Überprüfung als offiziell anzunehmen; der betreffende Berichterstatter hat deshalb selbst verlangt, daß sie erst in verschiedenen Laboratorien noch erprobt werden sollen, bevor der Verband bezüglich ihrer ein Urteil fällt.

Eine Haftfestigkeit anderer Art, die das technische Intereses von Tag zu Tag mehr gefangen nimmt, ist der Widerstand gegen das Gleiten von Eisenstäben in armiertem Beton. Diese Innenkraft ist eine Resultierende aus der soeben beschriebenen tangentiellen Haftkraft, aus dem Widerstand, den der Beton seinem

Digitized by Google

durch die Armatur versuchten Abscheren entgegensetzt, und endlich aus den Kräften, die zwischen Eisen und Beton wechselseitig ausgeübt werden, ebensowohl durch die das Erhärten des letzteren begleitende Volumsveränderung, wie auch infolge der im Verbundkörper auftretenden, durch die äußere Belastung hervorgerufenen Innenkräfte. Diese Resultierende, die man Gleitwiderstand nennen kann, ist also außerordentlich verwickelter Natur, und man ist nur wenig über das Gesetz unterrichtet, nach dem sie sich über die Berührungsoberfläche der beiden Verbundmaterialien verteilt. Es ist deshalb — trotz zahlreicher Messungsversuche, die man diesbezüglich schon vorgenommen hat — gegenwärtig noch unmöglich, den absoluten und genauen Wert des Gleitwiderstandes zu berechnen.

Prüfung der Puzzolane.

Sowohl in Deutschland, wie auch in Holland und Belgien bestehen Normenprüfungen für die Übernahme von Traß. Auch in Italien sind erst kürzlich Verordnungen aufgestellt worden, welche auf die Puzzolane des Inlandes Anwendung zu finden haben. Bis jetzt gibt es aber noch keine allgemein gültige und gleichartige Versuchsmethode, die Puzzolane beliebiger Gattung und beliebigen Ursprungs betrifft.

Vom Internationalen Verband ist nun eine Kommission beauftragt worden, sich mit dieser Frage zu beschäftigen. Die Kommission hat bereits verschiedene Beschlüsse gefaßt und auch mehrere Berichte erstattet. Alle die vorgeschlagenen Prüfungsverfahren haben sich jedoch noch nicht als hinlänglich ausgereift erwiesen, um ohne weitere Überprüfung endgültig angenommen zu werden. Die Lösung dieser Aufgabe ist übrigens teilweise abhängig von den für die eigentlichen Bindemittel anzunehmenden Prüfungsmethoden und wird hier noch dadurch erschwert, daß infolge des Mangels einer selbständigen Bindekraft der Puzzolane diesen ein ganz bestimmter Normalkalk bei der Mörtelbereitung beigemengt werden muß. Endlich geht die Verbindung der hydraulisch wirksamen Bestandteile der Puzzolane mit dem Kalk im allgemeinen sehr langsam vor sich, so daß brauchbare Festigkeitswerte erst nach geraumer Zeit erhalten werden können.

Es wäre nun wünschenswert, ein chemisches Verfahren zu finden, welches die Bindekraft der verschiedenen Puzzolane rasch

Digitized by Google

zu messen vermöchte. Bis jetzt aber liefert keines der zu diesem Zwecke erdachten Verfahren Ergebnisse, welche mit den bei der Anwendung dieser Materialien sich darbietenden Eigenschaften hinreichend übereinstimmen.

Schlußfolgerungen.

Im großen ganzen hat der internationale Verband — abgesehen von den älteren Prüfungsverfahren, die von der Kommission Nr. 22 ohne wesentliche Änderungen übernommen worden sind — noch keine einzige der von seinen Ausschüssen bearbeiteten Versuchsmethoden angenommen, und die Kommissionen selbst sind noch nicht zu der Ansicht gekommen, bestimmte Vorschläge zu Gunsten der einen oder anderen der neuen Methoden erstatten zu können.

Fürs erste scheint ein solcher Stillstand bedauerlich. Es ist aber begreiflich, daß dem Verbande — hinsichtlich der Wahl von Versuchsmethoden, für die er mit dem Gewichte seiner Autorität eintreten soll — eine außerordentliche Vorsicht geboten ist, und daß dieser nur solche Prüfungsverfahren offiziell unterstützen darf, welche vorher von einer genügend großen Zahl von Forschern überprüft und für gut befunden worden sind.

Die Aufgabe der Kommissionen des Verbandes besteht demnach insbesondere darin, bessere Prüfungsmethoden, wie es die gegenwärtigen sind, auszuarbeiten, sie durch Parallelversuche in verschiedenen Prüfungsanstalten auf ihre Richtigkeit hin prüfen zu lassen und sie dann je nach Bedarf wieder zu vervollkommnen. Einmal so weit, werden sich dann diese Prüfungsmethoden in die Technikerwelt von selbst Eingang verschaffen, und der Verband wird ihnen bloß den Nachdruck seiner offiziellen Zustimmung zu geben haben.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

X_2

EINHEITLICHE PRÜFUNG HYDRAULISCHER BINDEMITTEL MITTELST PRISMEN. NORMALSAND.

Bericht des Obmannes der Kommission 42:
Professor **F. Schüle,** Zürich.

1. Die Ermittlung der Festigkeit der hydraulischen Bindemittel zur Feststellung ihrer vergleichenden Qualität ist allgemein gelöst durch die Prüfung von Probekörpern auf Zug und Druck, welche mit Mörtel in der Zusammensetzung: 1 Gewichtsteil Bindemittel zu 3 Gewichtsteilen Normalsand mit veränderlicher Anmachwassermenge, je nach den Ländern von Hand gepreßt oder mit der Maschine eingestampft werden.

Nach dem Kongreß in Budapest 1901 sind zwei Berichterstatter bezeichnet worden zum Studium der Frage des Normalsandes, und auf dem Brüsseler Kongreß hatte der Verfasser dieses Berichtes Gelegenheit, auf ziemlich vollständige Weise die Eigenschaften derjenigen Sandsorten zu behandeln, welche für die Prüfung der hydraulischen Bindemittel in Betracht kommen können.

Der Schluß dieses Studiums bestand darin, denjenigen Sandsorten den Vorzug zu geben, welche durch das 64 Maschensieb durchgehen und von einem Sieb von 120 oder 144 Maschen zurückgehalten werden gegenüber den gemischtkörnigen Sandsorten, welche mittelst vier Sieben mit runden Löchern von 2, 1·5, 1, 0·5 mm Durchmesser dadurch erhalten werden, daß der Rückstand auf den drei letzten Sieben oder der Rückstand auf dem zweiten und dem letzten in gleichen Gewichtsteilen vermischt wird.

Digitized by Google

Es ging auch aus dem Studium hervor, daß die Frage des Normalsandes keine Lösung geben könne für die einheitliche Prüfung der Festigkeiten der hydraulischen Bindemittel, und daher wurde der Vorschlag gemacht, welcher Gegenstand der Arbeit der Kommission 42 geworden ist.

Im Frühling 1907 ist die Kommission in folgender Weise konstituiert worden:

Obmann der Kommission: Prof. F. Schüle, Zürich.

Mitglieder: Laboratoire des Ponts et Chaussées, Boulogne s/M. (R. Feret); Laboratoire des Ponts et Chaussées, Paris (A. Mesnager, Mercier); Laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers, Paris (Leduc); Kgl. Material-Prüfungsamt, Gr.-Lichterfelde (Prof. Dr. Ing. A. Martens, Prof. M. Gary); Laboratorium des Vereines deutscher Portland-Zementfabrikanten, Karlshorst bei Berlin (Dr. Framm); Eidgenössische Material-Prüfungsanstalt, Zürich (Prof. Schüle); Mechanisches Laboratorium des kaiserl. Wegebauinstitutes, St. Petersburg (Prof. Dr. Ing. N. Belelubsky, Prof. Bogdansky); Mechanisch-technisches Laboratorium der technischen Hochschule, Wien (Prof. B. Kirsch); Dänische Staatsprüfungsanstalt in Kopenhagen (Mayntz Petersen); Ecole d'applications pour les Ingénieurs, Bologna (Prof. S. Canevazzi); Laboratoire de l'arsenal de l'Etat Belge, Malines (E. Camerman); Material-Prüfungsanstalt von Bienfait & Koning, Amsterdam (L. Bienfait); Materials Testing Laboratory United States Geological Survey (Richard L. Humphrey), Philadelphia, Penna.

Die meisten Prüfungslaboratorien haben sich gerne bereit erklärt, Untersuchungen anzustellen, deren Resultate im folgenden zusammengestellt sind und welche gute Hoffnung geben, in naher Zukunft zu einer einfachen, genauen und einheitlichen Methode für die Prüfung der Festigkeit der hydraulischen Bindemittel zu gelangen.

2. Die Arbeiten wurden durch nachfolgendes Kreisschreiben vom 16. Mai 1907 des Obmannes der Kommission eingeleitet:

„Der Wunsch, vergleichbare Resultate bei den Festigkeitsproben mit hydraulischen Bindemitteln zu erzielen, hat bereits in den Bauschingerschen Konferenzen, sodann auf den Kongressen unseres Verbandes verschiedene Vereinheitlichungsversuche veranlaßt bezüglich: Erzeugungsweise der Probekörper, Maschinen für die Erprobung, Sand für die Mörtelmischung und geeignete Wassermenge dazu. Eine vollständige Einigung über diese ver-

Digitized by Google

schiedenen Punkte ist bisher nicht gelungen, und die Aufgabe der Aufsuchung eines einheitlichen Normalsandes, über welche verschiedene Mitteilungen beim Kongreß in Brüssel gemacht wurden, ließ im Jahre 1906 wie bereits im Jahre 1892 bei Anlaß der Bauschingerschen Konferenz in Wien ersehen, daß die Lösung der Sandfrage allein nicht genügen würde, sondern mit der Vereinheitlichung der ganzen Versuchsmethode eng zusammenhängt.

In jedem Land ist das für die Festigkeitsversuche von hydraul. Bindemitteln angewendete Verfahren aus längeren Untersuchungen und Erfahrungen hervorgegangen, und es ist nicht wahrscheinlich, daß eine große Umwandlung zugunsten der Genehmigung einer in einem bestimmten Lande gebrauchten Methode durch unseren Verband je möglich sein wird. Und dennoch gibt es zahlreiche Fälle, in welchen es von Nutzen wäre, solche Festigkeitszahlen zu erhalten, welche miteinander direkt verglichen werden können, welches auch die Prüfungsanstalt und das Land sei, in welchem die Erprobung stattfindet.

Zu diesem Zwecke hat der Unterzeichnete auf dem Kongreß in Brüssel den Vorschlag gemacht, durch eine allgemeine Verständigung die Festigkeit der hydraulischen Bindemittel zu Vergleichszwecken mittelst Prismen 4×4×16 cm, Mörtel 1 : 3, festzustellen, in der Weise, wie Herr Féret im Laboratoire des ponts et chaussées in Boulogne-sur-mer solche seit Jahren angewendet hat, wobei als Sand ein Quarzsand gewählt würde, welcher mittelst der Siebe von 64 und 144 Maschen pro 1 cm^2 gewonnen wird; die Prismen wären zuerst auf Biegung, sodann auf Druck mit den Hälften des gebrochenen Versuchskörpers zu erproben.

Als geeignetster Sand wurde der deutsche Normalsand von Freienwalde empfohlen wegen seiner Gleichmäßigkeit und der Kontrolle bei seiner Herstellung.

Der Kongreß hat den Vorschlag, Untersuchungen in diesem Sinne anzustellen, unterstützt, und der Vorstand bezeichnete eine spezielle Kommission für die Lösung dieser Aufgabe. Eine Anzahl Prüfungsanstalten haben bereitwilligst ihre Mitwirkung bei diesen Versuchen zugesagt, und ich spreche ihnen hiemit meinen Dank aus.

Es würde von Nutzen sein, über die beste Art der Vornahme der Untersuchungen zur Lösung dieser Aufgabe die verschiedenen Ansichten zu vernehmen. Ich erlaube mir daher zu diesem Zwecke einen Vorschlag für das Programm der Arbeiten vorzulegen mit

Digitized by Google

der Einladung an die Herren Kommissionsmitglieder, sich darüber zu äußern und Abänderungen zu diesem Vorschlage, welche ihnen zweckmäßig erscheinen, mitteilen zu wollen.

Die Einführung eines neuen Verfahrens erfordert für jede Prüfungsanstalt eine Angewöhnung an die einzelnen Details, welche dasselbe mit sich bringt und die Feststellung der Beziehungen zwischen den Resultaten der Versuche nach der bisher in dieser Prüfungsanstalt verwendeten offiziellen Methode und nach dem vorgeschlagenen Verfahren.

Nach dieser einleitenden Arbeit wird es möglich sein, einige gleichzeitige Versuchsserien mit ein oder zwei Zementen vorzunehmen, welche an alle sich für diese Frage interessierenden Prüfunganstalten gesandt würden.

Das Verfahren der Erprobung von Prismen ist durch die Publikationen des Herrn Féret bekannt. Bei der Anwendung dieses Verfahrens in der eidg. Materialprüfungsanstalt in Zürich sind seit einigen Jahren spezielle Formen für 6 Körper, welche leicht auseinandergenommen werden können und durch eine einzige Schraube gehalten werden, im Gebrauch, und für den Versuch auf Biegung ist der Michaëlissche Apparat für Zugfestigkeitsversuche mit einem speziellen Bügel versehen worden. Beiliegende Notiz gibt die Einzelheiten des Verfahrens und eine Methode zur geeigneten Ermittlung der Wassermenge an.

Diejenigen Untersuchungen, die ich mir gestatte vorzuschlagen, sind die folgenden:

a) Vorversuche. Parallelversuche mit einigen Zementen nach 7 und 28 Tagen nach der Methode mittelst Prismen und nach der im Laboratorium üblichen Methode, mit Normalsand des betreffenden Landes und mit deutschem Normalsand von Freienwalde.

b) Vergleichende Versuche. Erprobung von 2 Portlandzementen, welche von einer Zentralstelle aus an alle Prüfungsanstalten, weche diese Versuche unternehmen wollen, geschickt werden sollen, nach der in den Prüfungsanstalt üblichen Methode und mittelst des Verfahrens mit Prismen und deutschem Normalsand. Die Proben würden nach 7 und 28 Tagen stattfinden.

Die Vorversuche könnten in den nächsten Monaten durchgeführt werden; nachdem durch dieselben das Verfahren mit Prismen in den einzelnen Prüfungsanstalten genauer bekannt sein wird, könnte

Digitized by Google

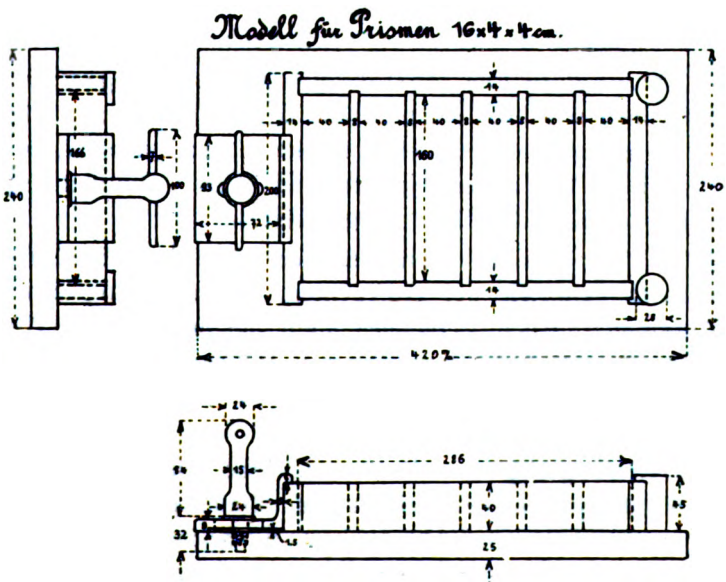
die Versendung der in den verschiedenen Laboratorien zu prüfenden beiden Portlandzemente stattfinden, wenn möglich im Laufe des Monates November 1907.

Bis im Frühjahr 1908 könnten Ergebnisse dieser Untersuchungen gesammelt und an die Interessierten mitgeteilt werden, um diese Untersuchungen nach Bedarf noch im Laufe desselben Jahres zu vervollständigen.

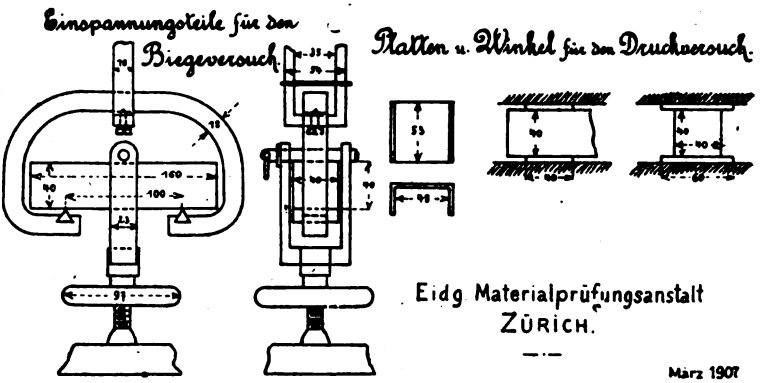
Ich ersuche die Herren Kommissionsmitglieder, sich über vorliegendes Programm auszusprechen und Ihre Antworten wenn möglich vor dem 15. Juli 1907 einsenden zu wollen."

3. Diesem Kreisschreiben war die folgende Beschreibung der Methode, welche in der eidg. Materialprüfungsanstalt verwendet wird, für die Erzeugung und Prüfung von Prismen Normalmörtel 1 : 3 in plastischer Konsistenz beigelegt:

I. Apparate. Die Körper werden erzeugt in 6-teiligen Formen aus Eisen nach beiliegender Zeichnung, welche durch Lösen einer Schraube an einem Ende leicht auseinandergenommen werden können. Jede Abteilung der Form hat 4 × 16 cm Basisfläche und 4 cm Höhe. Zur Vermeidung eines Haftens zwischen Eisen und Mörtel werden die Flächen vor dem Zusammenlegen mit einem fetten Tuche bestrichen.



Digitized by Google



Zur Erprobung auf Biegung dient der Michaelissche Apparat, welcher an Stelle der für Achter-Körper üblichen Griffe oben einen Bügel mit 2 Schneiden in 10 cm Abstand und unten einen kleinen Rahmen mit einem Dorn, nach beiliegender Zeichnung, erhält; die Prismen werden in horizontaler Lage und zwischen den Backen des Rahmens in den Bügel eingebracht; der eiserne Dorn des unteren Rahmens sodann eingesteckt und in die Mitte der Stützweite gebracht.

Die Hälften der Prismen werden auf einer Presse zwischen Stahlplatten von 4 cm Breite gelegt; damit die Platten genau übereinander liegen, wird ein Winkel nach Zeichnung gebraucht.

II. Anmachen des Mörtels. Für die gleichzeitige Erzeugung von 6 Prismen wird auf einmal 2·700 kg Normalsand und 0·900 kg Zement in einem flachen Gefäß trocken durchgemischt, sodann nach und nach Wasser eingegossen und 3 bis 5 Minuten lang von Hand mit der Kelle kräftig durchgearbeitet.

Für die plastische Konsistenz erfordert der Mörtel $1^1/_2$ bis 2% Wasser mehr wie bei erdfeuchter, normaler Konsistenz für das Einrammen. Nach Versuchen kann die erforderliche Wassermenge auch mit dem Rammapparat an einem Würfel ermittelt werden, wenn das Durchsickern des Wassers zwischen dem 35ten und 45ten Schlag der Ramme eintritt.

III. Erzeugung der Prismen. Jede Abteilung der sechsteiligen Form wird auf einmal bis zur Hälfte gefüllt, damit das Wasser nicht von einer Abteilung in die Nachbarabteilungen am Boden beim Stampfen durchfließe. Das leichte und rasche Stampfen

Digitized by Google

wird von Hand mit einem ca. 1 kg schweren, unten 3 × 3 cm starken Stößel durchgeführt, wobei der letztere nur durch Heben um $^1/_2$—1 cm durch sein Eigengewicht wirkt.

Nach Aufkratzen der Mörteloberfläche kommt die zweite Füllung sämtlicher Abteilungen, welche genügen soll, um nach dem Stampfen die Form ganz auszufüllen, so daß etwas Material wegzunehmen ist; das Wasser sammelt sich dabei an der Oberfläche. Die Form wird hierauf einigemal auf ihrer Unterlage geschüttelt und die Oberfläche mittelst Lineal glatt abgestrichen.

IV. Aufbewahrung der Körper. In der Form bleiben die Körper bis nach dem Abbinden des Mörtels, d. h. bis dieselben leicht vom Modell sich lösen lassen; das geschieht für Portlandzement in der Regel nach 24 Stunden; noch ca. 8—12 Stunden lang werden die Prismen auf einer Metallplatte in dem feuchten Schrank aufbewahrt und kommen hierauf unter Wasser bis unmittelbar vor der Probe.

V. Ausführung der Probe. Die Biegeprobe wird so ausgeführt, daß der obere Teil des Prismas beim Erzeugen in dem Bügel auch oben liegt. Das Gewicht der Schale mit Schrot, mit 11·7 multipliziert, ergibt die Biegefestigkeit gleich der doppelten Zugfestigkeit.

Die Druckprobe an jeder Prismenhälfte wird durch Umlegen des Prismas um 90° ausgeführt, so daß der Druck gegenüber der Stampfrichtung seitlich stattfindet, d. h. die beiden Seiten eignen sich für die Verteilung des Druckes besser wegen ihrer glatten ebenen Oberfläche.

Es wird von den Resultaten mit den beiden Hälften eines Prismas das Mittel als Druckfestigkeit eingetragen.

Von den 6 Resultaten einer Serie wird das arithmetische Mittel der 4 besseren als maßgebend betrachtet.

4. Das so eingeschlagene Vorgehen erhielt die Genehmigung der meisten Prüfungsanstalten, hingegen wurden von Herrn Féret verschiedene wichtige Bemerkungen vorgelegt, welche in der Hauptsache folgende Punkte betreffen:

a) Der Sand in einheitlicher Korngröße durch die Siebe von 64 und 144 Maschen begrenzt, eignet sich nicht gut für die Erzeugung von plastischem Mörtel; denn nach Herrn Féret wird das mit Zement gemischte Wasser leicht zwischen die Körner fließen,

Digitized by Google

so daß der Mörtel nicht homogen wird. Der gemischtkörnige Sand hätte nicht den gleichen Nachteil und eine Mischung wäre nicht unvereinbar mit dem Gebrauch des Freienwalder Sandes, welcher in rohem Zustande ca. 50% seines Gewichtes Sandkörner enthält, welche begrenzt sind durch gelochte Bleche mit Löchern von resp. 2, $1^1/_2$, 1, 0·5 mm Durchmesser.

b) Einer der Vorteile der plastischen Mörtel besteht darin, von speziellen Maschinen unabhängig zu werden; daher ist es unlogisch, die Menge Anmachwasser mittelst des Rammapparates festzustellen.

Die Definitionen einer einheitlichen Konsistenz ist eine der Hauptschwierigkeiten bei der Verwendung solcher Mörtel, und es würde sich empfehlen, der Kommission die Ermittlung der Wassermenge, welche nötig ist, um mit jedem Zement stets Mörtel derselben Konsistenz zu erhalten, als eine der wichtigsten Aufgaben zu übertragen.

c) Es würde sich empfehlen, den Grad der Stampfarbeit des Mörtels in den Formen festzustellen. Jedes Laboratorium wäre eingeladen, die vorgeschlagene Methode zu prüfen, sie zu verbessern und andere vorzuschlagen.

d) Herr Féret bemängelt den Biegeversuch unter konzentrierter Last in der Mitte, indem der Querschnitt in der Mitte Druck- und Scherspannungen neben den eigentlichen Biegungsspannungen auszuhalten habe, und er spricht sich aus für die Verwendung von symmetrischen Lasten, welche in dem Felde, in welchem der Bruch stattfindet, ein konstantes Biegungsmoment ergeben ohne Mitwirkung der Scherkraft. Die Anordnung, welche von Herrn Féret empfohlen ist, steht in seinem Buch »Etude expérimentale du ciment armé« und wurde auf dem Brüsseler Kongreß erklärt.

e) Herr Féret würde bei der Probe auf Biegung der Einwirkung der Kraft gegen die Seitenflächen des Prismas den Vorzug geben, indem die während des Formens frei bleibende Fläche nicht so regelmäßig ist wie die drei anderen und auch nicht immer die gleiche Zusammensetzung besitzt wie der übrige Teil des Prismas, infolge der Einwirkung der Außenluft beim Abbinden.

f) Es wäre illusorisch, zu versuchen, ein bestimmtes Verhältnis festzustellen zwischen den Biegungsfestigkeiten, erhalten

Digitized by Google

nach der neuen Methode und mit plastischem Mörtel, und den Zugfestigkeiten mit eingerammtem Mörtel, welche nach den gegenwärtig im Gebrauch stehenden Methoden in den einzelnen Laboratorien festgestellt worden wären. Solche Experimente haben stets gezeigt, daß keine Proportionalität besteht, was eine beinahe unvermeidliche Folge der Verschiedenheit der beiden Methoden ist.

5. Diese Bemerkungen, welche den Mitgliedern der Kommission mitgeteilt worden sind, haben auf wirksame Weise dazu beigetragen, das Programm der Arbeiten näher festzustellen. Trotzdem sind die Vorversuche in dem Sinne des ersten Zirkulars und nach der beschriebenen Methode aus folgenden Gründen durchgeführt worden:

Eine Prüfungsmethode für hydraulische Bindemittel ist in verschiedenen Punkten willkürlich, das ist der Fall bei allen Versuchen, welche vergleichende und nicht absolute Resultate ergeben.

Die Kommission 42 will den Versuch der Vereinheitlichung der Methode durchführen zum Vergleich der in verschiedenen Ländern und verschiedenen Laboratorien erzielten Festigkeiten. Die Methode bezweckt nicht die älteren genau festgesetzten jedoch je nach den Ländern verschiedenen Methoden zu ersetzen. Diese einheitliche Methode soll sich durch ihre Einfachheit unterscheiden. Aus diesem Grunde wurde als Normalsand der Sand vorgeschlagen, welcher zwischen den Sieben von 64 und 144 Maschen gewonnen wird, speziell derjenige von Freienwalde. Es besteht zwischen diesem Sand und demjenigen, welcher aus 3 Korngrößen (Siebe mit Löchern von 2, 1·5, 1, 0·5) in gleichen Gewichtsteilen gewonnen wird, ein Unterschied von 6% in den Hohlräumen. Es ist kaum wahrscheinlich, daß dieser Unterschied genügend sei, um den einen Mörtel 1 : 3 als homogen und den andern als nicht homogen zu qualifizieren. Die Schwierigkeit, den feinen Sand (0·5—1 mm) in homogener Weise zu erhalten und die 3 Korngrößen stets in dem gleichen Verhältnis für den gleichen Probekörper zu mischen, ist größer als diejenige, welche aus den größeren Hohlräumen, wie oben angegeben, erwächst.

Die Untersuchungen, welche außerhalb Frankreichs mit gemischtkörnigem Sand stattgefunden haben, gaben keine günstigen Ergebnisse für solche Sande; aus diesem Grunde schien es angezeigt, sich an die Sandgrößen zu halten, welche ziemlich allgemein verwendet werden.

Digitized by Google

Die Ermittlung der Wassermenge, welche sich für den plastischen Mörtel eignet, ist eine der größten Schwierigkeiten. Die meisten Prüfungsanstalten besitzen einen Rammapparat für die Mörtelproben (System Böhme oder System Klebe-Tetmajer). Es ist möglich, mit Hilfe dieses Apparates, die mechanische Arbeit zu ermitteln, welche beim Stampfen verwendet wird, und auf diese Weise die Wassermenge festzustellen, um eine bestimmte Konsistenz des Mörtels zu erreichen.

Nach einigen Versuchen in dieser Richtung wird es möglich sein, ein Verhältnis zwischen der Menge des Wassers bei plastischem Mörtel 1 : 3 und der Menge Wasser, welche der Normalkonsistenz des puren Zementes entspricht, zu bestimmen.

Der Rammversuch mit der Maschine ist angegeben als ein ziemlich praktisches und provisorisches Mittel, die geeignete Wassermenge festzustellen.

Bei Biegeversuchen wird durch die Anordnung, welche ein konstantes Moment im Mittelfelde ergibt, wohl die Scherkraft in diesem Felde vermieden, in den Punkten aber, in welchen die Kräfte angreifen, gibt es stets das Biegungsmoment und die Scherkraft. Wenn die Scherkraft die Festigkeit ungünstig beeinflussen soll, so wird der Bruch unter den Angriffspunkten der Belastung und nicht zwischen diesen Punkten eintreten. Wenn der Bruch zwischen diesen Punkten stattfindet, so bedeutet das, daß die Scherkraft nicht nachteilig wirkt, oder daß es zwischen den Angriffspunkten der Last auf den Probekörper eine schwache Stelle gibt, so daß das Resultat eher abnormal wird. Die Anordnung, welche in der eidgenössischen Materialprüfungsanstalt in Zürich verwendet wird, hat gute Resultate ergeben. Ein Vergleich der Methode mit konstantem Moment und derjenigen unter konzentrierter Last wird zeigen, welche dieser beiden die regelmäßigeren Resultate ergibt; dieselbe sollte dann auch angewendet werden. Die interessanten Resultate, welche in dem Werke des Herrn Féret über experimentelle Untersuchungen von armiertem Zement enthalten sind, stehen nicht im Widerspruch mit den vorigen Bemerkungen, indem die Versuche mit konstantem Biegungsmoment und diejenigen mit konzentrierter Last die gleiche Regelmäßigkeit ergeben haben (S. 592), jedoch die mit der ersten Methode erhaltenen Zahlen um 14% geringer sind, wie diejenigen von der zweiten Methode; es kann dies nicht als ein Vorteil erachtet werden.

Digitized by Google

Es erscheint notwendig, sobald wie möglich über die Verhältnisse der Festigkeiten nach der neuen und nach den im Gebrauche stehenden Methoden Aufschluß zu erlangen, denn es ist kaum zu erwarten, daß neben den bestehenden Methoden irgend eine einheitliche Methode angenommen werden kann, wenn der Einfluß, der durch die neuen Resultate auf die Klassifikation der hydraulischen Bindemittel zu erwarten ist, unbekannt bleibt.

6. Die in meinem Zirkularschreiben vom 16. Mai 1907 vorgesehenen Vorversuche wurden in verschiedenen Versuchsanstalten durchgeführt, und bis Jänner 1908 erhielt ich die Ergebnisse aus den Laboratorien in Karlshorst (Dr. Framm), in Bologna (Prof. Canevazzi), in Amsterdam (Ing. Bienfait), in Wien (Prof. Kirsch) und in Zürich.

Die Versuche wurden mit Portlandzement entsprechend den Weisungen, welche in der meinem Zirkularschreiben beigelegten Notiz für die Erzeugung von Prismen enthalten sind, vorgenommen und gleichzeitig auch nach der in jedem Laboratorium üblichen Prüfungsmethode durchgeführt.

Haben die ersten Versuche ein günstiges Resultat ergeben?

Ist es notwendig, die vorgeschlagene Prismenmethode zu verbessern oder zu verändern?

Die erzielten Ergebnisse erlauben es, auf diese Fragen eine erste Antwort zu geben:

Der absolute Wert der Festigkeit wird nicht näher berücksichtigt und nur durch die Resultate der 7 und 28 Tagprobe des eingerammten erdfeuchten Mörtels angegeben, um die relativen Festigkeitszahlen zu vergleichen, welche erhalten werden, wenn als Einheit die Festigkeiten für erdfeuchten Mörtel angenommen wird.

Nachfolgende Tabelle enthält die Zusammenstellung der eingelaufenen Ergebnisse. (Siehe Tabelle Seite 13.)

Es ist zu bemerken, daß Biege- und Zugversuche nicht dasselbe Verhältnis der Festigkeiten zu geben brauchen, wie Druckversuche, indem im ersten Falle die Hälfte der Biegefestigkeit mit der Zugfestigkeit und im zweiten Falle zwei Druckfestigkeiten verglichen werden. Im allgemeinen ist letzteres Verhältnis etwas kleiner wie das erste. Die Verhältniszahlen variieren auch je nach der Qualität der erprobten Bindemitttel und nach der Dauer der Lagerung der Probekörper. Die Verhältniszahlen aus den angeführten Versuchen sind die folgenden:

Digitized by Google

Lauf. Nr.	Laboratorium	Normalsand	Zugfestigkeit nach 7 Tagen	Zugfestigkeit nach 28 Tagen	Druckfestigkeit nach 7 Tagen	Druckfestigkeit nach 28 Tagen
1	Karlshorst	deutscher	0·61	0·68	0·62	0·67
2	Amsterdam	„	0·79	0·77	0·70	0·70
3	Bologna	„	0·55	0·60	0·33	0·37
4	„	italien.	0.46	0·55	0·38	0·46
5	Zürich	schweiz.	0·82	0·88	0·66	0·81
6	„	deutscher	1·05	1·10	0·87	1·02

Die Resultate der Serien 1 und 2 zeigen eine befriedigende Übereinstimmung; die Serien 3 und 4 geben namentlich für die Druckfestigkeiten eine sehr geringe Verhältniszahl der plastischen Mörtel gegenüber eingerammtem erdfeuchten Mörtel, welche auf die ziemlich bedeutenden Unterschiede der Einzelfestigkeiten der plastischen Mörtel zurückgeführt werden kann, wie aus dem Vergleich der mittleren Zahlen der beiden gleichzeitig erprobten Gruppen hervorgeht. Die Serien 5 und 6 unterscheiden sich durch die hohen Festigkeiten, welche mit plastischem Mörtel erzielt worden sind. Dieses Resultat kann auf eine längere Schlagarbeit und auf die Sorgfalt, gleiche Raumgewichte zu erhalten, zurückgeführt werden.

Der deutsche Normalsand hat Körner von regelmäßigerer Größe und abgerundeterer Form, als der schweizerische Normalsand; das Einschlagen von Hand erlaubt bei einem plastischen Mörtel eine günstigere gegenseitige Lage der Sandkörner zur Erzielung hoher Festigkeiten zu erhalten, wie es beim Rammen auf der Maschine möglich ist.

Die in den Tabellen enthaltenen Resultate stellen nur ein Resümee der ziemlich wichtigen Arbeiten dar, welche in den verschiedenen Laboratorien vorgenommen worden sind.

Herr Professor Canevazzi hat im Jahre 1907 in Bologna unter dem Titel „Contributo a studi sperimentali su metodi di provo per gli agglomeranti idraulici" des näheren die ausgedehnten Versuche veröffentlicht, welche in dem von ihm geleiteten Laboratorium gemacht worden sind.

Die in Bologna erzielten Festigkeiten zeigen gegenüber denjenigen, welche in anderen Laboratorien gefunden worden sind, starke Abweichungen, daher wurden von den Herren Féret und Canevazzi an 4 Serien von 6 Prismen, welche in Bologna erzeugt worden waren, Versuche gemacht, und zwar fanden die

Digitized by Google

Nummer	Laboratorium	Portlandzement Nr.	Sand	Anmachwasser		Verhältnis der Festigkeiten des plastischen zum erdfeuchten Mörtel				Festigkeiten des erdfeucht. Mörtels nach 28 Tagen	
				erdfeucht. Mörtel	plast. Mörtel	Zug		Druck			
				%	%	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	Zug	Druck
1	**Karlshorst** (deutsche Portlandzementfabrikanten)	I	deutscher Normalsand	8 1/2	10 1/2	0·56	0·75	0·58	0·70	17·1	151
		II		8 3/4	10 3/4	0·67	0·72	0·62	0·72	26·4	336
		III		8 3/4	10 3/4	0·67	0·72	0·63	0·71	25·2	246
		IV		8 1/2	10 1/2	0·51	0·55	0·57	0·50	21·0	216
		V		8 1/2	10 1/2	0·65	0·70	0·70	0·72	23·4	283
2	**Amsterdam** (Koning & Bienfait)	A	deutscher Normalsand	8	9 1/2	0·69	0·73	0·70	0·81	28·4	285
		B		8·1	8·9	0·78	0·72	0·67	0·66	18·6	203
		C		8·1	9·6	0·91	0·85	0·72	0·64	13·2	174
3	**Bologna** (Ingenieur-Schule)	1	deutscher Normalsand	nicht angegeben		0·61	0·57	0·50	0·41	31·6	343
						0·29	0·63	0·21	0·43	30·0	330
		2				0·53	0·47	0·33	0·29	25·4	265
						0·43	0·37	0·29	0·23	27·0	271
		3				0·63	0·57	0·34	0·40	29·0	286
						0·51	0·52	0·30	0·37	30·3	288
		4				0·72	0·74	0·32	0·45	32·3	424
						0·55	0·67	0·32	0·37	33·3	389
		5				0·59	0·74	0·39	0·39	26·4	298
						0·61	0·70	0·32	0·32	27·6	309
		1	Sand von Reno, Körner < 1·5, > 1 mm	nicht angegeben		0·49	0·44	0·46	0·42	37·8	314
						0·50	0·53	0·42	0·48	33·1	261
		2				0·35	0·40	0·32	0·33	29·5	251
						0·27	0·37	0·29	0·30	27·2	240
		3				0·59	0·66	0·34	0·56	31·3	289
						0·39	0·47	0·26	0·42	31·9	254
		4				0·51	0·69	0·40	0·49	36·1	338
						0·53	0·61	0·39	0·47	34·0	341
		5				0·51	0·63	0·41	0·51	32·1	284
						0·50	0·72	0·49	0·59	28·7	248
4	**Zürich** (polytechnische Schule)	J	Schweizer Normalsand	9 3/4	11 1/2	0·86	0·85	0·66	0·83	39·4	522
		D		9 1/2	11 1/4	0·85	1·00	0·64	0·83	23·9	297
		R		9 3/4	11 1/2	0·74	0·78	0·68	0·76	36·1	357
		J	deutscher Normalsand	8	9 3/4	1·11	1·18	0·81	1·00	29·8	530
		D		8	9 3/4	0·94	0·04	0·85	1·04	21·6	295
		R		8 1/4	10 1/2	1·11	1·10	0·96	1·03	25·6	320

Digitized by Google

Festigkeitsproben an 2 Serien in Bologna und an zwei anderen in Boulogne-sur-mer statt. Es geht aus diesen Versuchen hervor, daß nicht nur die Raumgewichte der Prismen derselben Serie ziemlich große Differenzen gezeigt haben, sondern auch, daß die Mittel der beiden Serien von einander wesentlich abweichen.

Serie 2 : 2·171—2·215 Serie 3 : 2·202—2·233
Mittel: 2·195 Mittel: 2·217

Die Differenzen in den Festigkeiten, erhalten in beiden Laboratorien, überschreiten diejenigen nicht, welche zwischen beiden Serien, die im selben Laboratorium erprobt worden sind, zum Vorschein kamen. Wenn man endlich die Mittel der Differenzen der Einzelproben der Prismen oder Halbprismen einer jeden Serie und der Generalmittelwerte dieser Festigkeiten ausrechnet, so geht hervor, daß ihre Werte ausgedrückt in % dieser mittleren Festigkeiten von einem Laboratorium zum anderen keinen bestimmten Unterschied für die Biegeprobe zeigen, hingegen für die Druckproben viel größer in Bologna (23 und 16%) als wie in Boulogne-sur-mer (4 und 5%) sind. Dieser Unterschied rührt hauptsächlich daher, daß einerseits die Apparate für die Biegeprobe in beiden Laboratorien dieselben waren, für die Druckproben dagegen in Bologna eine Universal-Festigkeitsmaschine verwendet wurde, welche sich nicht so gut wie die Maschine in Boulogne-sur-mer für diese speziellen Versuche eignet.

Das Vorige zusammenfassend, können die Resultate in ihrer Gesamtheit nicht als befriedigend betrachtet werden. Wenn auch die einzelnen Prüfungsanstalten darin einig sind, die Prismenmethode bequem und praktisch zu finden, so empfiehlt es sich, die Verbesserung derselben anzustreben, um besser übereinstimmende Resultate zu erlangen.

Die größten Unterschiede dürften davon herrühren, daß in der Beschreibung des in Zürich verwendeten Verfahrens hierseits versäumt wurde, die Wichtigkeit der Prüfung des Raumgewichtes der Prismen hervorzuheben, wie dies für die 8-ter Körper und Würfel in der üblichen Methode stets der Fall ist.

7. Herr Frey, Direktor der Zementfabrik Vigier in Luterbach, hat die Frage der einheitlichen Erzeugung von Prismen zu lösen gesucht und gelangte zu einem befriedigenden Resultat, indem er mit Normalmörtel in plastischer Konsistenz eine Form von dem Inhalt eines Prismas füllte und durch geeignete Schlagarbeit das

Digitized by Google

Raumgewicht 2·17 bis 2·18 zu erreichen suchte. Dieser Vorversuch gibt die Menge Anmachwasser an, sowie die Art der Handarbeit, welche in jedem Falle anzuwenden ist. Ist das Raumgewicht zu groß, so muß etwas Wasser beigefügt, ist es zu gering, weggenommen werden. Mit 2·17 Raumgewicht ist der Mörtel sehr plastisch und das Verhältnis der Zugfestigkeiten ist dann 0·50, der Druckfestigkeiten 0·44 — 0·46. Die Einzelresultate der Proben der nach dieser Methode erzeugten Prismen sind übereinstimmend.

Die in der eidgen. Materialprüfungsanstalt in Zürich vorgenommenen Versuche haben zu einem ähnlichen Resultat geführt. Mit einem Portlandzement, welcher $9^1/_2$% Wasser für erdfeucht eingerammten Normalmörtel (mit schweiz. Sand) und 11% für plastischen Mörtel, nach der in meinem Zirkular geschilderten Methode erzeugt, erfordert, kann eine Form von 4×4×16 cm mit 575 gr Mörtel gefüllt werden, entsprechend einem Raumgewicht von 2·25. Diese Zahl ist durch geeignete Schlagarbeit zu erreichen. Ein Versuch mit 1 bis 2 Prismen wird zeigen, welche Arbeit zweckmäßig ist, und für sämtliche Prismen wird die so bestimmte Arbeit tunlichst verwirklicht werden.

Wird ein niedrigeres Raumgewicht angewendet, z. B. 2,17, wie von Herrn Direktor Frey, so werden vielleicht die Unterschiede in der Handarbeit wegen der plastischeren Konsistenz der Masse geringer, hingegen ist zu befürchten, daß der Mörtel weniger homogen sei.

Bevor die vorgesehenen vergleichenden Versuche mit zwei bestimmten Portlandzementen, in verschiedenen Laboratorien unternommen werden konnten, wurde die Aufmerksamkeit der Kommissionsmitglieder auf die weiter oben angegebenen Ergebnisse gelenkt mit der Bitte, nach einigen weiteren Versuchen ihre Erfahrung und ihre Ansicht über den besten Weg, der einzuschlagen ist, um ein befriedigendes allgemeines Ergebnis der Prüfungsmethode mittelst Prismen zu erzielen, mir mitteilen zu wollen.

Verfrühte Versuche mit denselben Zementen könnten zu abweichenden Ergebnissen führen, welche der Verbreitung eines Verfahrens schädlich wären, welches bei richtiger Anwendung keine größeren Unterschiede der Einzelresultate wie die Festigkeiten mit eingerammten Mörtel ergibt, und welches für sich den großen Vorteil der Einfachheit besitzt.

8. Diesem Berichte ist eine Ergänzungstabelle der in Zürich nach der angegebenen Methode unternommenen Versuche beigegeben, welche auch das Raumgewicht der Probekörper angibt.

Digitized by Google

Resultate der Festigkeitsproben von Portlandzement-Mörteln 1:3 mittelst Prismen, im Vergleich zu den Normalproben (eidg. Materialprüfungsanstalt Zürich).

Portland-zement Nr.	Alter der Probe-körper Tage	Normalmörtel (eingestampft)									Plastischer Mörtel (Prismen)										Relative Festigkeiten zum Normalmörtel	
		Wasser-menge %	Zug				Druck				Wasser-menge %	Raumgewicht			Zugfestigkeit			Druckfestigkeit				
			Raum-gewicht	Festigkeit kg/cm²			Raum-gewicht	Festigkeit kg/cm²				Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Zug	Druck
				Max.	Min.	Mittel		Max.	Min.	Mittel												
a) mit schweizerischem Normalsand.																						
I	7	10	2.39	16.9	14.1	16.1	2.39	169	158	166.5	11½	2.22	2.21	2.21	14.9	14.1	14.7	111	103	107	0.91	0.64
	28	„	2.40	23.0	19.7	22.4	2.39	233	209	228	„	2.27	2.25	2.26	19.4	18.3	19.1	169	156	167	0.85	0.73
II	7	10¼	2.36	13.2	9.0	11.7	2.37	151	132	146	11¾	2.26	2.26	2.26	10.5	9.2	10.0	98	94	95	0.86	0.65
	28	„	2.37	20.9	17.0	20.6	2.38	216	206	211	„	2.28	2.26	2.27	18.6	16.2	17.8	166	157	165	0.86	0.78
III	7	9¾	2.36	17.8	14.4	17.6	2.37	172	151	166	11¼	2.20	2.19	2.19	13.3	11.9	12.8	107	101	104	0.73	0.63
	28	„	2.38	21.6	17.8	20.4	2.38	225	212	220	„	2.22	2.20	2.21	19.4	17.6	18.3	156	147	153	0.90	0.70
b) mit deutschem Normalsand.																						
I	7	8½	2.33	14.0	11.3	12.4	2.36	164	133	151	10	2.28	2.27	2.28	14.1	12.8	14.0	107	104	106	1.13	0.70
	28	„	2.37	21.3	15.6	20.4	2.37	201	178	192	„	2.27	2.26	2.27	18.6	17.6	18.4	157	154	156	0.90	0.81
II	7	8¾	2.34	14.6	12.0	13.4	2.35	156	145	154	10¼	2.28	2.26	2.26	11.1	9.6	10.5	111	101	108	0.78	0.70
	28	„	2.36	19.8	16.9	18.8	2.36	229	210	220	„	2.28	2.26	2.28	17.1	16.1	16.8	172	159	166	0.89	0.75
III	7	8¼	2.33	18.3	15.4	17.3	2.32	178	152	173	9¾	2.24	2.22	2.24	14.4	12.9	13.8	128	120	126	0.80	0.73
	28	„	2.35	2.57	19.8	24.8	2.34	233	222	230.5	„	2.25	2.23	2.24	21.1	18.6	20.8	186	162	180	0.84	0.78

Digitized by Google

9. Nach diesen Vorversuchen erschien es wichtig, die vorgeschlagene Methode zu verbessern, um befriedigendere Resultate zu erzielen. Nach dem Vorschlag des Herrn Frey, Direktor der Zementfabrik Vigier in Luterbach, bestand eine Lösung darin, unter allen Umständen ein Raumgewicht des frischen Mörtels zu 2·17 bis 2·18 zu erhalten. Je nachdem das durch den ersten Versuch erhaltene Raumgewicht zu groß oder zu schwach ausfallen würde, könnte, um den typischen Wert desselben zu erhalten, der Mörtel mit einer etwas größeren oder kleineren Wassermenge wie die erste angemacht werden.

Die in Zürich ausgeführten Versuche hatten dazu geführt, diese Methode zu empfehlen, jedoch für das Raumgewicht eine höhere Zahl vorzuschlagen, was damit zusammenhängt, daß unser Personal an eine längere Stampfarbeit gewöhnt ist.

Herr Féret hat diese Methode einer Prüfung unterzogen und die Ergebnisse in einer Notiz zusammengestellt, welche den Titel: „Vérification de la méthode de Monsieur Frey" trägt und im April 1908 unter die Mitglieder der Kommission verteilt worden ist. Der Hauptinhalt dieser Notiz wird hiernach mitgeteilt:

Ein so einfaches Verfahren, welches gleichzeitig die zwei Hauptschwierigkeiten löst, welche die allgemeine Annahme der plastischen Normalmörtel verhindern, hätte solchen Vorteil, daß damit die ganze Frage einen wesentlichen Schritt vorwärts kommen würde, und es ist sehr zu wünschen, daß dieselbe in einer möglichst großen Anzahl Versuchsanstalten, welche sich für die Aufgabe 42 interessieren, erprobt werde. Ich habe für meinen Teil sofort dieselbe untersucht und die Arbeiten so durchgeführt, daß speziell die folgenden Punkte verifiziert werden sollen.

a) In welchem Maße hängt das Raumgewicht des frischen Mörtels von der Anmachwassermenge und von dem Grad des Stampfens ab, und welche Änderung geht daraus hervor für die Festigkeiten und für den gleichmäßigen Grad der Resultate?

b) Geben mit demselben Bindemittel Normalmörtel mit verschiedener Wassermenge und verschiedener Stampfarbeit, jedoch mit gleichem Raumgewicht, gleiche Resultate bei den Proben?

c) Ist es möglich, mit allen möglichen Bindemitteln Normalmörtel mit gleichem, von vorherein bestimmtem Raumgewicht zu erzielen (2·17 oder 2·25), und entspricht dieses Raumgewicht in allen Fällen einer annehmbaren Konsistenz?

Digitized by Google

Resultate der Festigkeitsproben von Portlandzement-Mörteln 1:3 mittelst Prismen, im Vergleich zu den Normalproben (eidg. Materialprüfungsanstalt Zürich).

Portland-zement Nr.	Alter der Probe-körper Tage	Normalmörtel (eingestampft)									Plastischer Mörtel (Prismen)										Relative Festigkeiten zum Normalmörtel	
		Wasser-menge %	Zug				Druck				Wasser-menge %	Raumgewicht			Zugfestigkeit			Druckfestigkeit				
			Raum-gewicht	Festigkeit kg/cm²			Raum-gewicht	Festigkeit kg/cm²				Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Zug	Druck
				Max.	Min.	Mittel		Max.	Min.	Mittel												
a) mit schweizerischem Normalsand.																						
I	7	10	2.39	16.9	14.1	16.1	2.39	169	158	166.5	11½	2.22	2.21	2.21	14.9	14.1	14.7	111	103	107	0.91	0.64
	28	„	2.40	23.0	19.7	22.4	2.39	233	209	228	„	2.27	2.25	2.26	19.4	18.3	19.1	169	156	167	0.85	0.73
II	7	10¼	2.36	13.2	9.0	11.7	2.37	151	132	146	11¾	2.26	2.26	2.26	10.5	9.2	10.0	98	94	95	0.86	0.65
	28	„	2.37	20.9	17.0	20.6	2.38	216	206	211	„	2.28	2.26	2.27	18.6	16.2	17.8	166	157	165	0.86	0.78
III	7	9¾	2.36	17.8	14.4	17.6	2.37	172	151	166	11¼	2.20	2.19	2.19	13.3	11.9	12.8	107	101	104	0.73	0.63
	28	„	2.38	21.6	17.8	20.4	2.38	225	212	220	„	2.22	2.20	2.21	19.4	17.6	18.3	156	147	153	0.90	0.70
b) mit deutschem Normalsand.																						
I	7	8½	2.33	14.0	11.3	12.4	2.36	164	133	151	10	2.28	2.27	2.28	14.1	12.8	14.0	107	104	106	1.13	0.70
	28	„	2.37	21.3	15.6	20.4	2.37	201	178	192	„	2.27	2.26	2.27	18.6	17.6	18.4	157	154	156	0.90	0.81
II	7	8¾	2.34	14.6	12.0	13.4	2.35	156	145	154	10¼	2.28	2.26	2.26	11.1	9.6	10.5	111	101	108	0.78	0.70
	28	„	2.36	19.8	16.9	18.8	2.36	229	210	220	„	2.28	2.26	2.28	17.1	16.1	16.8	172	159	166	0.89	0.75
III	7	8¼	2.33	18.3	15.4	17.3	2.32	178	152	173	9¾	2.24	2.22	2.24	14.4	12.9	13.8	128	120	126	0.80	0.73
	28	„	2.35	2.57	19.8	24.8	2.34	233	222	230.5	„	2.25	2.23	2.24	21.1	18.6	20.8	186	162	180	0.84	0.78

Digitized by Google

9. Nach diesen Vorversuchen erschien es wichtig, die vorgeschlagene Methode zu verbessern, um befriedigendere Resultate zu erzielen. Nach dem Vorschlag des Herrn Frey, Direktor der Zementfabrik Vigier in Luterbach, bestand eine Lösung darin, unter allen Umständen ein Raumgewicht des frischen Mörtels zu 2·17 bis 2·18 zu erhalten. Je nachdem das durch den ersten Versuch erhaltene Raumgewicht zu groß oder zu schwach ausfallen würde, könnte, um den typischen Wert desselben zu erhalten, der Mörtel mit einer etwas größeren oder kleineren Wassermenge wie die erste angemacht werden.

Die in Zürich ausgeführten Versuche hatten dazu geführt, diese Methode zu empfehlen, jedoch für das Raumgewicht eine höhere Zahl vorzuschlagen, was damit zusammenhängt, daß unser Personal an eine längere Stampfarbeit gewöhnt ist.

Herr Féret hat diese Methode einer Prüfung unterzogen und die Ergebnisse in einer Notiz zusammengestellt, welche den Titel: „Vérification de la méthode de Monsieur Frey" trägt und im April 1908 unter die Mitglieder der Kommission verteilt worden ist. Der Hauptinhalt dieser Notiz wird hiernach mitgeteilt:

Ein so einfaches Verfahren, welches gleichzeitig die zwei Hauptschwierigkeiten löst, welche die allgemeine Annahme der plastischen Normalmörtel verhindern, hätte solchen Vorteil, daß damit die ganze Frage einen wesentlichen Schritt vorwärts kommen würde, und es ist sehr zu wünschen, daß dieselbe in einer möglichst großen Anzahl Versuchsanstalten, welche sich für die Aufgabe 42 interessieren, erprobt werde. Ich habe für meinen Teil sofort dieselbe untersucht und die Arbeiten so durchgeführt, daß speziell die folgenden Punkte verifiziert werden sollen.

a) In welchem Maße hängt das Raumgewicht des frischen Mörtels von der Anmachwassermenge und von dem Grad des Stampfens ab, und welche Änderung geht daraus hervor für die Festigkeiten und für den gleichmäßigen Grad der Resultate?

b) Geben mit demselben Bindemittel Normalmörtel mit verschiedener Wassermenge und verschiedener Stampfarbeit, jedoch mit gleichem Raumgewicht, gleiche Resultate bei den Proben?

c) Ist es möglich, mit allen möglichen Bindemitteln Normalmörtel mit gleichem, von vorherein bestimmtem Raumgewicht zu erzielen (2·17 oder 2·25), und entspricht dieses Raumgewicht in allen Fällen einer annehmbaren Konsistenz?

Digitized by Google

Zur Prüfung dieses Programmes wurde nacheinander mit 3 Bindemitteln sehr verschiedener Mahlungsfeinheit gearbeitet:

1 Portlandzement von mittlerer Mahlungsfeinheit mit Rückstand von 27·5% auf dem 4900 Maschensieb;

1 Portlandzement grober Mahlungsfeinheit, wie solche von dem französischen Bedingnisheft für Seebauten verlangt werden (44·5% Rückstand); endlich

1 hydraul. Kalk besonderer Fabrikation, der auf demselben Sieb nur $1^1/_2$% Rückstand hinterläßt.

Diese Mörtel wurden stets aus 900 gr Bindemittel, 2700 gr Sand von Leucate, welcher das Sieb mit runden Löchern von $1^1/_2$ mm Durchmesser passiert und von dem Sieb mit 1 mm-Löchern zurückbehalten wird, zusammengesetzt. Sie wurden 4 Minuten lang mit der Kelle mit variabler Menge Süßwasser bearbeitet, sodann wurde die Konsistenz geschätzt. Eine prismatische Form von $4 \times 4 \times 16$ cm wurde mit dem speziell für jeden Versuch vorgesehenen Dichtigkeitsgrad gefüllt, der Inhalt der Form wurde gewogen und die 6 definitiven Prismen wurden erzeugt, indem sie die gleiche Stampfarbeit erhielten. Wie gewöhnlich wurde das Stampfen durchgeführt mit einem kleinen hölzernen Stößel von 2×3 cm Querschnitt mit abgerundeten Ecken, mit zwei Fingern ohne Kraftentfaltung gehandhabt. Das soll als gewöhnliches Stampfen bezeichnet werden. Einigemal wurde stark gestampft, oder im Gegenteil begnügte man sich damit, den Mörtel mit den Fingern in die Form einzudrücken. Die Prismen wurden nach 24 Stunden aus der Form genommen, unter Wasser gelegt und 28 Tage nach Erzeugung erprobt. Bevor die Erprobung stattfand, d. h. unmittelbar nach der Wegnahme aus dem Wasser, wurden sie an der Oberfläche leicht getrocknet und getrennt gewogen, sodann ihr genaues Volumen nach dem Verdrängen des Wassers mittelst des Volumometers von Ludwig bestimmt. Das Raumgewicht der Mörtel bei der Erprobung wird erhalten als Quotient des Gewichtes durch das Volumen. Die Biegeprobe wurde ausgeführt genau nach den Angaben, die Herr Schüle in seinem Programm gegeben hatte. Es fiel 100 gr Schrot per Sekunde.

Die Druckversuche wurden mittels der Amsler-Laffon-Presse durchgeführt, mit den beiden Hälften der durch Biegung gebrochenen Prismen kreuzweise zwischen zwei Stahlplatten von 4 cm Breite gelegt.

Digitized by Google

Tabelle I. **Serie Nr. 1 der Tabelle II.**

Nr. des Prismas	Bestimmung des Raumgewichtes beim Bruch				Biegeversuche		Druckversuche		
	Gewicht des Prismas g	Volumen des Prismas cm³	Raumgewicht	Bemerkung	Biegefestigkeit kg/cm²	Unterschied mit dem Generalmittel	Festigkeiten der halben Prismen/cm²	Unterschied mit dem Generalmittelwert	Mittlere Festigkeit eines Prismas
1	569·5	239·5	2·195		39·8	+ 1·2	201·5 204	+2 5 + 5	202·75
2	567·1	258·8	2·195		38·1	— 0·5	204 183·5	+ 5 —15·5	(193·75)
3	567·2	259·5	2·186	minimum	(33·4)	— 5·2	170 5 212	— 28·5 + 13	(191·25)
4	568·8	259·3	2 194		(37·5)	— 1·1	198 199·5	— 1 + 0·5	198·75
5	567·7	258·0	2·197		38·7	+ 0·1	185·5 208	— 13·5 + 9	196·75
6	576·6	262·3	2·198	maximum	44·0	+ 5·4	214 207	+ 15 + 8	210·50
	Generalmittel		2·194		38·6	2·25 = 5·8% von 38·6	109·0	9·78 = 4·9% von 199·0	
	Mittel der 4 höchsten				40·1				202·2

Digitized by Google

Tabelle II.

Nummer der Serie	Wassermenge in %	Mörtel-konsistenz	Angaben über Art des Anmachens und Stampfen des Mörtels in die Form	Raumgewicht beim Erzeugen	Raumgewicht bei der Probe nach 8 Tage			Festigkeiten pro cm² (mittel der 4 höchsten Werte)		Mittel der Abweichungen in %	
					Min.	Max.	Mittel	Druck	Biegung	Biegung (auf 6 Prismen)	Druck (auf 12 halbe Prismen)
Fein gemahlener hydraulischer Kalk. (Rückstand = 1·5%.)											
1	11	gut, etwas steif	mit dem Finger eingestampft	2·18	2·186	2·198	2·194	40·1	202·2	5·8	4·9
2	10	zu steif	gewöhnliche Stampfarbeit	2·28	2·201	2·220	2·212	44·3	233·7	4·6	3·1
3	11	gut, etwas steif	„ „	2·30	2·248	2·263	2·254	51·0	269·4	3·4	2·3
4	12	gut	„ „	2·26	2·202	2·220	2·207	44·0	220·1	3·2	3·0
5	13	zu weich	„ „	2·20	2·148	2·158	2·154	37·2	150·2	3·5	2·0
Portland Zement mittlerer Mahlungsfeinheit. (Rückstand = 27·5%.)											
6	8	zu steif	gewöhnliche Stampfarbeit	2·18	2·209	2·225	2·216	29·3	127·3	4·5	3·3
7	9	gut	„ „	2·20	2 204	2·211	2·208	34·6	146·4	7·6	4·8

Digitized by Google

8	9	gut, etwas steif	Erzeugung 7 Tage später als Serie 6, 7, 13, 14, 15	gleicher Laborant; gewöhnl. Stampfarbeit	2·20	2·183	2·200	2·191	30·9	128·9	3·7	3·6
9	9	„ „ „		anderes Laborant (nur für diese Serien) gewöhnl. Stampfarbeit	2·20	1·198	2·206	2·201	30·7	133·3	5·4	4·4
10	9·5	gut		„ „	2·205	2·185	2·206	2·192	28·4	132·6	8·2	3·8
11	10	„		m. d. Finger eingestampft	2·205	2·172	2·187	2·179	30·7	134·4	4·6	4·8
12	10	„		gewöhnl. Stampfarbeit	2·24	2·188	2·199	2·191	29·3	128·3	6·1	3·7
13	9	„		stärkere Stampfarbeit	2·23	2·229	2·254	2·240	39·7	163·4	3·2	3·9
14	10	gut, etwas weich		gewöhnliche Stampfarbeit	2·18	2·168	2·184	2·177	32·0	123·6	4·4	4·8
15	11	etwas weich		„ „	2·16	2·137	2·147	2·143	30·6	121·1	4·9	3·5
				Grobgemahlener Portland Zement. (Rückstand = 44·5% .)								
16	10	gut		mit dem Finger eingestampft	2·14	2·090	2·100	2·093	19·3	65·4	6·4	5·5
17	9	etwas steif		gewöhnliche Stampfarbeit	2·185	2·158	2·182	2·170	20·8	88·9	5·9	3·3
18	9	„ „		stärkere Stampfarbeit	2·20	2·179	2·193	2·188	22·8	107·1	5·7	2·8
19	10	gut		gewöhnliche Stampfarbeit	2·22	2·139	2·152	2·145	25·2	97·7	3·7	4·3
20	11	etwas weich		„ „	2·18	2·132	2·138	2·135	22·8	79·5	5·8	3·6
								Mittel der 20 Serien:			5·0	3·6

Digitized by Google

Um sich Rechenschaft zu geben über den Übereinstimmungsgrad der von jeder Serie von 6 Prismen gelieferten Resultate wurde das Mittel der 6 Biegungsfestigkeiten und das Mittel der 12 Druckfestigkeiten berechnet; die Unterschiede der einzelnen Festigkeiten gegenüber diesem Mittel wurden bestimmt und die Mittel dieser Differenzen als Funktion der mittleren Festigkeiten in % ausgedrückt.

Hingegen wurde, um die Festigkeiten untereinander zu vergleichen, nach dem Programm des Herrn Schüle das Mittel der 4 höchsten Festigkeiten jeder Serie von 6 Prismen berücksichtigt, nachdem für den Druck das Mittel der Festigkeiten eines jeden Prismas aus den Zahlen der beiden Hälften ermittelt worden war.

Tabelle I gibt die Resultate dieser Einzelfestigkeiten für die I. Serie von 6 Prismen an.

Im allgemeinen entsprechen in jeder Serie die kleinsten und größten Festigkeiten den kleinsten und größten Raumgewichten. Es sind jedoch ziemlich häufige Ausnahmen vorhanden.

Tabelle II gibt die Umstände der Erzeugung der Einzelprismen, ihre Konsistenz, die beim Anmachen gefundenen Raumgewichte und die mittleren Resultate, berechnet, wie vorhin erklärt wurde an.

Die Hauptschlüsse, die daraus folgen, sind:

a) Die Raumgewichte nach 28 Tagen sind nicht dieselben wie diejenigen beim Erzeugen, obwohl in beiden Fällen angenommen werden darf, die Körper seien mit Wasser gesättigt; sie sind gewöhnlich etwas kleiner, aber variieren im gleichen Sinne. Die Ermittlung des Raumgewichtes des Mörtels beim Anmachen erscheint weniger genau wie diejenige des erhärteten Mörtels.

b) Mit demselben Bindemittel kann das Raumgewicht des Mörtels zwischen ziemlich weiten Grenzen, je nach der Anmachwassermenge und dem Grad des Stampfens variieren. Bei gleichem Stampfen steigt das Raumgewicht im Anfang mit der Wassermenge, erreicht ein Maximum, wenn die Konsistenz weder zu steif noch zu dünn ist und geht zurück für größere Wassermengen. Die von Herrn Frey angebene Regel, nach welcher ein bestimmtes Raumgewicht nur durch Änderung in der Wassermenge erhalten werden soll, ist nur anwendbar auf Mörtel, welche in weicherer Konsistenz als diejenige, welche dem Maximum des Raumgewichtes entspricht, erzeugt werden.

Digitized by Google

c) Das Maximum der Raumgewichte der Mörtel mit gleicher Stampfarbeit ist je nach dem Bindemittel verschieden, und es erscheint schwer, ein typisches Raumgewicht festzustellen, welches einer annehmbaren Konsistenz mit allen möglichen Bindemitteln entspricht. Die Mörtel Nr. 1, 14, 17 oder 20, welche alle im frischen Zustande ein Raumgewicht in der Nähe von 2·18 haben, könnten vielleicht der Bedingung entsprechen. Es fehlt aber der Beweis, daß alle Zemente mit diesem Raumgewicht einen annehmbaren Mörtel ergeben werden, und weitere Untersuchungen wären in dieser Richtung notwendig. Spätere Versuche haben mir gezeigt, daß der deutsche Normalsand etwas kleinere Raumgewichte ergibt, wie der Sand von Leucate.

d) Die Biegungs- und Druckfestigkeiten wachsen parallel mit den Raumgewichten. Das Verhältnis ist sogar ziemlich regelmäßig, wenn die Raumgewichte der erhärteten Mörtel in Betracht gezogen werden. Durch Diagramme bekommt man einen Einblick, wenn für die verschiedenen Mörtel und dasselbe Bindemittel Punkte gezeichnet werden, welche als Abscissen die Raumgewichte und als Ordinate eine der Festigkeiten erhalten. Werden die unvermeidlichen Fehler der Untersuchung berücksichtigt, so zeigen die Festigkeiten der Mörtel mit gleichem Raumgewicht, mit demselbem Bindemittel, angemacht mit verschiedener Wassermenge und in verschiedenen Graden der Stampfarbeit, größere Unterschiede.

e) Wenn man auch von vornherein hätte glauben können, daß die dünnsten Mörtel am leichtesten zu stampfen wären und somit in jeder Serie Festigkeiten ergeben hätten, die untereinander besser übereinstimmen würden, so stellt sich heraus, daß die aus den Mitteln berechneten relativen Abweichungen der Einzelresultate für die verschiedenen Mörtel ohne Gesetz variieren. Es muß daraus der Schluß gezogen werden, daß im selben Laboratorium und in den Grenzen, innerhalb welcher die Versuche gemacht worden sind, der Grad der Übereinstimmung der Festigkeiten, mit den 6 Prismen einer jeden Serie erhalten, nahezu von der Zusammensetzung des Mörtels unabhängig ist.

Zum Schluß scheint die Methode des Herrn Frey in ihrer jetzigen Form nicht geeignet, die Lösung des doppelten Problems, das gestellt war, zu geben, und es wären neue Untersuchungen notwendig, um diese Methode genauer zu fixieren. Man kann sich nämlich fragen, ob das Verhältnis der Anmachwassermenge nicht

Digitized by Google

bei gleicher Stampfarbeit bestimmt werden könne als dem Maximum des Raumgewichtes entsprechend. In allen Fällen würde es sich empfehlen, daß die Mitglieder der Kommission 42 jeder für sich Untersuchungen anstellen würden, um die beste Lösung dieser Aufgabe zu finden. Denn davon hängt vor allem der Erfolg ihrer Arbeit ab.

Es ist übrigens kein Grund vorhanden, sich über die ziemlich großen Unterschiede aus den vorigen Versuchen zwischen den Festigkeiten der Mörtel, welche unter verschiedenen Bedingungen mit demselben Bindemittel zum Vorschein kamen, erschrecken zu lassen, oder daraus ein Argument zu ziehen gegen die Annahme der plastischen Mörtels. Die eingerammten Mörtel geben ebenfalls solche Unterschiede, wenn sie nicht unter denselben absolut identischen Bedingungen erzeugt werden, und vor einigen Jahren hat man gesehen, wie vergleichende Versuche in verschiedenen deutschen Laboratorien mit eingerammtem Mörtel aus denselben Bindemitteln, mit demselben Sand, mit demselben Rammapparat erzeugt, zu sehr verschiedenen Festigkeiten geführt haben.

10. Außer der Arbeit des Herrn Féret hat Herr Petersen an der Prüfungsanstalt in Kopenhagen einige Versuche nach der im Kreisschreiben des Präsidenten angegebenen Methode ausgeführt, um den Einfluß der Stampfarbeit bei 60, 80 und 100 Schlägen pro Minute festzustellen. In seiner Mitteilung hat er erwähnt, daß es von Interesse wäre, die Feststellung der Schlagarbeit des Mörtels dadurch zu vereinfachen, daß keine Stößel verwendet werden und der Mörtel nur von der Hand eingedrückt wird.

Tabelle II des Herrn Féret zeigt, daß diese Erzeugungsmethode individuelle Unterschiede ergibt, welche größer sind wie bei den andern.

11. Bei dieser Lage der Frage konnte es nicht von Nutzen sein, an die verschiedenen Laboratorien ein Muster derselben Zemente zu verteilen. Die Resultate wären nicht sicher gewesen, indem noch ein Zweifel besteht über die besten Mittel zur Festsetzung der Wassermenge und der Schlagarbeit. Herr Frey ließ von neuem diese Aufgabe in dem Laboratorium der von ihm geleiteten Zementfabrik untersuchen, und er wurde dazu geführt, eine neue Methode für die Erzeugung der Probekörper vorzuschlagen, welche im Oktober 1908 in Basel mit Herrn Féret und dem Präsidenten der Kommission besprochen, sodann mit einer Anzahl Zementen

Digitized by Google

in der eidg. Materialprüfungsanstalt Zürich geprüft wurde und welche für die laufende Kontrolle der Fabrikation in Luterbach angewendet wird. Nachfolgende Begründungen dieser Methode sind aus einer Notiz des Herrn Direktor Frey entnommen:

Wir haben zu verschiedenen Malen konstatiert, daß die Resultate der Prismenmethode regelmäßiger ausfallen, wenn am untern Teil der Form kein Wasser durchsickert, und haben daher gesucht, dieses Durchsickern von Wasser zu vermeiden oder es auf einige vereinzelte Tropfen zu begrenzen. Andererseits waren wir bestrebt, ein konstantes Raumgewicht zu erzielen, indem die Festigkeiten nach dem Raumgewicht variieren. Das Raumgewicht des Prismas nach seiner Erzeugung ändert sich durch die Lagerung im Wasser umsomehr, je poröser der Mörtel ist. Die Prismen, deren Gewichtszunahme abnormal ist, sollten daher bei der Berechnung der Resultate nicht in Betracht fallen.

Statt nun die Wassermenge so zu regeln, daß dieselbe Schlagarbeit und stets das gleiche Raumgewicht erzielt werden, kann man sich an eine konstante Wassermenge halten und in jedem Falle dasselbe Gewicht, Bindemittel, Sand und Wasser, berechnet zur genauen Einfüllung der 6 Abteilungen der Form, anwenden Das konstante Raumgewicht wird dann realisiert unter der Bedingung, daß kein Wasser am untern Teil der Form entweiche. Die Schlagarbeit wird je nach dem Bindemittel etwas verschieden; das bietet jedoch keine Schwierigkeit, wenn man sich bemüht, durch das Durcharbeiten den Mörtel so plastisch zu machen wie möglich. Mit schweizerischem Normalsand haben wir das Verhältnis von 11% Wasser gewählt, und man könnte meinen, daß je nach dem Bindemittel der Grad der erzielten Plastizität wesentlich variieren sollte. Die unternommenen Versuche haben gezeigt, daß sehr verschiedene Portlandzemente sich ohne Schwierigkeit mit dieser Wassermenge durcharbeiten lassen und ein übereinstimmendes Raumgewicht der Prismen ergeben.

Die Benützung einer konstanten Wassermenge scheint mit der üblichen Methode im Widerspruch zu stehen, welche denselben Konsistenzgrad zu erreichen sucht durch die Veränderung der Wassermenge im Normalmörtel. Es gibt jedoch gute Gründe, um die Zweckmäßigkeit dieser Variationen zu bezweifeln. Da der Sand stets derselbe ist, hat in der Tat, nur die Natur des Zementes einen Einfluß auf die Wassermenge. Ein Zement

Digitized by Google

mit grober Mahlung wird gewöhnlich weniger Wasser erfordern wie der fein gemahlene Zement, so daß die Festigkeiten des grob gemahlenen Zementes gegenüber denjenigen des fein gemahlenen Zementes größer werden; auf der anderen Seite scheint es, daß zwischen der Wassermenge, welche für die Normalkonsistenz des Zementbreies beim Abbindeversuch angewendet wird, und derjenigen des Normalmörtels 1 : 3 ein einfaches Verhältnis bestehen sollte. Das ist jedoch nicht der Fall, wie man sich davon überzeugen kann, indem die Normalwassermengen für den reinen Zement und für den Normalmörtel zusammengestellt werden. Mit schweizerischem Portlandzement wird erstere zwischen 34 und 23% variieren und letztere zwischen $9^1/_2$ und 10% und zwar in einer ganz unregelmäßigen Weise. Aus diesen Gründen wäre es ohne Nachteil, das Prinzip derselben Konsistenz des Mörtels zu verlassen und zur Füllung der Form stets dieselbe Menge frischen Mörtels mit stets demselben Verhältnis von Bindemittel, Sand und Wasser anzuwenden.

Es ist dann notwendig, die Wassermenge derart zu bestimmen, daß es möglich wird, die Form zu füllen und den Mörtel zu schlagen, ohne daß das Wasser am Boden entweiche. Das Verhältnis von 11%, welches bei Anwendung der Methode nach dem ersten Kreisschreiben des Präsidenten mit schweizerischem Normalsand allgemein erhalten wurde, entspricht nach der Erfahrung den oben gestellten Bedingungen.

Es bleibt somit die Frage der Wassermenge zu lösen, bei Anwendung von verschiedenen Sandsorten. Beim Mörtel 1 : 3 mit schweizerischem Normalsand ist die theoretische Wassermenge, welche nötig ist, um einen kompakten Mörtel zu erhalten, welcher genau die Hohlräume des Sandes füllt, 9·5%, d. i. 1·5% weniger, wie für den plastischen Mörtel. Für den deutschen Normalsand würde dieselbe Berechnung auf 10% Wasser führen, statt 11% mit schweizerischem Normalsand. 10% ist auch das Verhältnis, welches für französischen Normalsand geeignet erscheint. In dieser Beziehung sind noch weitere Versuche notwendig.

12. Die neue Methode würde diejenige, welche in meinem ersten Kreisschreiben gegeben wurde, ersetzen, und es wären die Punkte II und III in folgender Weise zu ändern:

Vorschlag Freys, für das Anmachen des Mörtels und Erzeugen der Prismen.

Digitized by Google

II. Anmachen des Mörtels. Für die gleichzeitige Erzeugung von sechs Prismen wird auf einmal

2340 gr	deutscher Normalsand	780 gr.	Bindemittel	=	3120 gr
oder 2280 „	schweiz. „	760 „	„	=	3040 „
oder 2370 „	französ. „	790 „	„	=	3160 „

in einem flachen Gefäß trocken durchgemischt, sodann bei Verwendung

von	deutschem Normalsand	10%	= 312 gr.	Wasser
von	schweiz. „	11%	= 334 „	„
von	französ. „	10%	= 316 „	„

in zwei Malen hinzugegossen; der Mörtel wird kräftig durchgearbeitet, bis es nicht plastischer werden kann.

III. Erzeugung der Prismen. Von diesem Mörtel wird für 1 Prisma $^1/_6$ abgewogen und unter zwei Malen in die Form mit einem eisernen Stößel von 1 kg Gewicht und 3 × 3 cm Grundfläche eingestampft, derart, daß man zunächst nur so stark stampft, bis die Mörtelmenge in die Form gebracht wird und die Masse noch etwas übersteht. Erst wenn alle 6 Abteilungen der Form in dieser Weise gefüllt sind, wird fertig gestampft unter Beachtung, daß

1. Schlammbildung auf der Oberfläche der einzelnen Prismen eingetreten ist, als Zeichen der vollständigen Verkittung;

2. am Boden der Form nach beendigtem Stampfen kein Wasser zum Vorschein kommt resp. nur vereinzelte Tropfen. Nach zwei mal 24 Stunden Lagerung an feuchter Luft wird die Form auseinandergenommen; die Prismen werden unter Wasser bis unmittelbar vor der Probe aufbewahrt.

Die Herren Kommissionsmitglieder sind eingeladen worden, diese veränderte Methode zu untersuchen und es ist zu wünschen, daß bei Anlaß des Kongresses die Verhandlungen sich auf vollständige Versuche stützen, um zu der Annahme einer einheitlichen Methode für die Prüfung der Zemente zu gelangen.

Es ist kaum wahrscheinlich, daß die hydraulischen Kalke in derselben Weise geprüft werden können. Es hat aber keinen Nachteil; denn vor allem fehlt es an einer einheitlichen Methode für die Prüfung der Zemente, speziell der Portlandzemente.

Digitized by Google

Die Schlußfolgerungen des Referenten, welche jetzt schon aus den gemachten Versuchen gezogen werden können, lassen sich in folgender Weise zusammenstellen:

1. Die Prüfung der Zemente, mittelst Prismen aus plastischem Mörtel erzeugt, unterscheidet sich durch ihre große Einfachheit und durch ihren großen Vorteil, an denselben Probekörpern Festigkeitszahlen für Biegung und Druck zu erhalten. Diese Prüfung ist die Lösung der Frage der gleichen Kompazität der Zug- und Druckprobekörper.

2. Die Einzelabweichungen gegenüber dem Mittel sind bei Verwendung dieser Methode kleiner als bei der Verwendung von Zugprobekörpern in 8ter Form. Für Druckversuche gibt es keinen wesentlichen Unterschied der Einzelabweichungen gegenüber dem Mittelwerte in den Resultaten der Versuche mit Würfeln oder mit Prismen.

3. Die kleineren Festigkeitszahlen, welche die Prismenmethode ergibt, entsprechen besser den Festigkeiten, welche in der Praxis zu verwerten sind, als die hohen Festigkeiten der Mörtel in erdfeuchter Konsistenz bei starker Rammarbeit.

4. Die Schwierigkeit, die Anmachwassermenge und die Schlagarbeit genau festzusetzen, löst sich in befriedigender Weise durch den Vorschlag Frey, welcher darin besteht, die sechs Abteilungen der Form ohne Wasserabsonderung so genau zu füllen, daß bei jedem Bindemittel dasselbe Gewicht von Bindemittel, Sand und Wasser verwendet wird, um auf diese Weise dasselbe Raumgewicht der Probekörper mit frischem Mörtel zu erzielen.

5. Endlich gibt die Prüfungsmethode mit Prismen den Druckfestigkeiten die Bedeutung, die ihnen zukommt und welche bei weitem diejenigen der Zugfestigkeiten oder der Biegungsfestigkeiten übersteigt, sei es durch ihre Regelmäßigkeit, sei es durch ihre praktische Bedeutung.

Herausgeber und Verleger: Internationaler Verband für die Materialprüfungen der Technik, Wien, II 2, Nordbahnstraße 50. — Buchdruckerei Paul Gerin, Wien.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

X3

ÜBER BESCHLEUNIGTE VOLUMENBESTÄNDIGKEITSPROBEN DER ZEMENTE.

Vom Obmann der Kommission 32 **Bertram Blount,** F. I. C. London.

(Übersetzung aus dem Englischen.)

Die Kommission, welche zur Lösung der 32. Aufgabe gewählt wurde, bestand aus folgenden Mitgliedern:

G. Greil, Baurat im Stadtbauamt, Wien (Österreich),

Th. Pierus, Ingenieur, Zementwerks-Direktor, Wien (Österreich),

E. Hiertz, chef de service de la Société Cockerill, Seraing (Belgien),

M. Petersen, Ingenieur der Dänischen Staatsprüfungsanstalt, Kopenhagen (Dänemark),

Bertram Blount, Chemical Laboratory and Testing Works, London (Great Britain),

R. Curling Styles, Chemist to the Associated Portland Cement Manufacturers Ltd., Matford, Herts (Great Britain),

E. Leduc, chef de section au Lab. du Conservatoire des Arts et Métiers, Paris (France),

F. M. Meyer, Fabriksdirektor in Malstatt (Deutschland),

F. Schott, Direktor der Portlandzementfabrik, Heidelberg (Deutschland),

L. Bienfait, Ingenieur, Mitinhaber der Materialprüfungsanstalt Koning & Bienfait, Amsterdam (Holland),

D. von Nagy, Professor am kgl. Polytechnicum, Budapest (Ungarn),

J. Zhuk, Ingenieur der Versuchsstation, Budapest (Ungarn),

Digitized by Google

O. Rebuffat, Dr., Professeur et Directeur du Cabinet de Chimie à l'Ecole royale supérieure polytechnique (Italien),
O. Carlsen, Direktor der technischen Schule, Bergen (Norwegen),
A. Baykoff, Professeur à l'Ecole polytechnique, St.-Petersburg (Rußland),
O. Blaese, Chemiker, Zementfabrik, Port Kunda (Rußland),
E. Schwarz, Chimiste, Fabrique de Ciments, Noworossiisk (Rußland),
V. Tagueef, Ingénieur au Lab. méc. à l'Inst. des voies de comm., St.-Petersburg (Rußland),
R. W. Lesley, President American Cement Co., Philadelphia (U. S. A.),
S. R. Newberry, Manager Sandusky Portl. Cement Co., Sandusky, Ohio (U. S. A.).

Am 26. Jänner 1903 wurde in Brüssel eine Kommissionssitzung abgehalten, welcher folgende Mitglieder beiwohnten:

Bertram Blount (Obmann), England, *E. Hiertz,* Belgien, *Mayntz Petersen,* Dänemark, *R. Curling Styles,* England, *E. Leduc,* Frankreich, *L. Bienfait,* Holland.

Auf dieser Versammlung wurde entschieden, daß Heißproben als Norm von beschleunigten Volumenbeständigkeitsproben für Zemente zu verwenden wären. Zur Feststellung derselben sollten Zementmuster aus verschiedenen Ländern bezogen werden und daran durch Versuche die geeigneten Temperaturen für diese Proben, sowie das verläßlichste Mittel zum Messen der Ausdehnung der Probekörper bestimmt werden. Zur Durchführung dieser Versuche wurde aus jedem Lande ein Vertreter gewählt, und wurden nachstehende Herren eingeladen, diese Arbeiten auszuführen:

Alfred Greil, Österreich, *Mayntz Petersen,* Dänemark, *R. Curling Styles,* England, *E. Leduc,* Frankreich, *F. Schott,* Deutschland, *L. Bienfait,* Holland, *Des. Nagy,* Ungarn, *O. Carlsen,* Norwegen, *E. Schwarz,* Rußland, *R. W. Lesley,* Vereinigte Staaten.

Das genaue Versuchsprogramm ist im Anhange I zum Brüsseler Kongreßbericht[1]) gegeben.

Jedem Kommissionsmitgliede wurde ein Bericht über die in der Sitzung in Brüssel gefaßten Beschlüsse eingesendet und eine Abschrift des Arbeitsprogrammes mit einer Einladung zur Mitarbeiter-

[1]) Exemplare dieses Brüsseler Kongreßberichtes sind im Generalsekretariat des Verbandes Wien, II., Nordbahnstraße 50 erhältlich.

Digitized by Google

schaft wurde jenen Mitgliedern des engeren Komitees überreicht, welche zur Durchführung dieser Prüfungen gewählt worden waren.

Die Mitglieder dieses engeren Komitees, sowie alle übrigen Mitglieder der Kommission wurden ferner ersucht, Zementmuster zur Untersuchung einzusenden. Diese Muster hätten tadellose (1), zweifelhafte (2) und schlechte Ware (3) zu sein. Von jedem dieser Muster sollte an jene Mitglieder abgegeben werden, welche sich zur Durchführung dieser Untersuchungen bereit erklärten.

Herr *Rebuffat* wurde schriftlich ersucht, die Art jener Stoffe zu untersuchen, welche Ursache der Ausdehnung des Zementes sind, um eventuell hiedurch ein Mittel zu finden, dieselben durch analytische oder mikroskopische Untersuchungen zu bestimmen.

Nach dem vorgenannten Programme arbeitend, haben die Herren *Leduc* (Frankreich), *Bienfait* (Holland), *Schwarz* (Rußland), *Petersen* (Dänemark) und *Styles* (England) eine Reihe von Proben ausgeführt, deren Resultate im Anhange II des genannten Brüsseler Kongreßberichtes mitgeteilt sind.

Die Prüfung dieser Tabelle zeigt unzweifelhaft, daß es nicht möglich ist, aus der gewöhnlichen 28tägigen Kaltwasserprobe mit Sicherheit zu erkennen, ob ein Zement von schlechter, und daß es ganz unmöglich ist, aus derselben zu erkennen, ob ein Zement von zweifelhafter Qualität ist.

Auch ist ersichtlich, daß es sehr schwierig ist, von verschiedenen Beobachtern mit dem Bauschinger-Apparate übereinstimmende Resultate zu erhalten. Denn abgesehen von den möglichen Irrtümern bei der Handhabung liegt die Schwierigkeit auch darin, schwache Bewegungen der dünnen Metallplättchen zu vermeiden, welche an jedem Ende des Probestückes eingelegt werden, an denen die Messung gemacht wird. Wenn der Zement ein Treiber ist, wird eine Verschiebung der Plättchen umso wahrscheinlicher und die Schwierigkeit, übereinstimmende Resultate zu erhalten, nimmt bei solchen Zementen zu.[1])

Die Probe nach Le Chatelier gibt dagegen Resultate, welche auch bei verschiedenen Beobachtern schöne Übereinstimmung zeigen. Die dabei vorkommenden Unterschiede können leicht dadurch erklärt werden, daß die Muster nicht alle zur gleichen Zeit

[1]) Die Metallplättchen sollten nur mit als tadellos bekannter Ware verkittet werden, nicht aber, wie vorgeschrieben, mit dem zu prüfenden Zemente.

Digitized by Google

erprobt wurden und daß sie trotz sorgfältiger Verpackung und Einlagerung doch in einigen Fällen mit Luft in Berührung gekommen sein können, wodurch sie an Treibtendenz verlieren. Es ist auch klar, daß Proben bei 15° C. und bei 50° C. nicht genügen, um mit Sicherheit die zweifelhafte oder schlechte Qualität eines Zementes zu erkennen; daß es aber durch die Steigerung der Temperatur der Proben auf 100° C., wie dies ursprünglich von Le Chatelier vorgeschrieben wurde, leicht ist, selbst einen zweifelhaften Zement zu erkennen, da ein vorzüglicher Zement diese Probe vollkommen besteht und höchstens ein paar Millimeter Ausschlag gibt.

Das Verhalten der drei oben betrachteten Muster ist typisch gleich mit jenem der verschiedenen anderen Zementmuster, welche von verschiedenen Mitgliedern des Komitees untersucht wurden. Im ganzen wurden 5 vorzügliche, 5 zweifelhafte und 4 schlechte Zementmarken den Proben über Volumenbeständigkeit unterzogen. Ausnahmslos zeigte sich die 28tägige Kaltwasser-Kuchenprobe ungenügend, um mit Sicherheit zweifelhafte, ja sogar als schlecht bekannte Ware zu erkennen. Die Proben bei 50° C. genügten, um vollkommen schlechte, nicht aber um zweifelhafte Ware als solche zu erkennen. Als einzig verläßliche Probe erwies sich jene bei 100° C.

Seit der Brüsseler Sitzung und dem Bericht vom 24. Dezember 1903 wurde von der Kommission als solcher nichts unternommen. Herr Schwarz war indessen so freundlich, die Ergebnisse langjähriger Versuche mit dem Bauschingerschen Apparat mitzuteilen; seine ziffermäßigen Ergebnisse sind im Anhang I wiedergegeben. Sie bilden eine eventuelle Ergänzung zu der sich über kürzere Zeit erstreckende Arbeit, über die bereits berichtet worden ist. Seine Angaben sind als von einem einzelnen Mitglied der Kommission erstattet zu betrachten.

Die Frage der Raumbeständigkeit der Zemente ist nun so weit gediehen, daß eine bestimmte Schlußfolgerung gezogen werden kann. Die unter der Kontrolle der Kommission 32 ausgeführten Versuche zeigten, daß beschleunigte Heißwasserproben ohne Schwierigkeit mit heutigen Zementen sorgfältiger Erzeugung und bester Qualität vorgenommen werden können. Es zeigte sich auch, daß Zemente von zweifelhafter Qualität nur durch die Heißwasserprobe von Zementen tadelloser Qualität leicht zu unterscheiden waren. Alle Kalt- und Heißwasserproben, die bloß

Digitized by Google

qualitativer Natur waren, erwiesen sich als nicht geeignet. Seit dem Tage des Kommissionsberichtes ist nichts vorgefallen, was geeignet wäre, diese Schlußfolgerung abzuschwächen, aber vieles hat sie seither bestätigt. Die beschleunigte Heißwasserprobe, anfangs von den Fabrikanten entschieden abgelehnt, ist seither in England vorbehaltlos angenommen worden. Die Britischen Normen (British Standards Specifications) fordern heute, daß die Ausdehnung des Le Chatelierschen Probekörpers nach 24stündiger Lagerung des Zementes an der Luft nicht mehr als 10 mm und nach siebentägiger Lagerung nicht 5 mm übersteigen soll. Dieser Probe wird von den Zementen gewöhnlich entsprochen, und viele Zemente zeigen eine so geringe Ausdehnung, daß dieses äußerste Maß von vielen als übermäßig hoch angesehen wird. Beim Beginne der Umfrage, welche dem Beschluß des Britischen Normenausschusses voran ging, wurden Zweifel laut, ob denn der Le Chateliersche Apparat für eine verhältnismäßig starke Inanspruchnahme geeignet wäre, der er in Zementfabriken oder in den Händen des Personals einer großen Bauunternehmung unterworfen ist. Die Erfahrung hat gezeigt, daß sich keine Schwierigkeiten ergeben. Dies hatte zur Folge, daß die Le Chatelier-Probe in England als Normenprobe eingeführt ist, von der sowohl Erzeuger, Verbraucher und wie Ingenieure befriedigt sind.

Bei dieser Sachlage erscheint es wünschenswert, daß das Le Chateliersche Verfahren zur Bestimmung der Volumenbeständigkeit vom Internationalen Verband als Normalverfahren angenommen werde, weshalb dem Kongresse folgender Antrag vorgelegt wird:

„Der Kongreß beschließt, das Le Chateliersche Verfahren als normale beschleunigte Volumbeständigkeitsprobe für Zemente zu empfehlen." Diese Probe soll in folgender Weise vorgenommen werden:

Die Le Chateliersche Probe.

Der Zement wird angemacht und in die auf einer Glasplatte befindliche Form gefüllt, wobei die Spitzen der Nadeln zusammengehalten werden. Ist die Form gefüllt, so wird sie mit einer Glasplatte zugedeckt, die durch ein kleines Gewicht niedergehalten wird. Das Ganze wird durch 24 Stunden in Wasser von 15° C. eingetaucht, die Klammer oder des sonstigen Mittel, mittels welche die Form

Digitized by Google

während des Abbindens zusammengehalten wurde, wird nun entfernt; darauf wird der Abstand der Nadeln gemessen und die Form in kaltes Wasser gestellt, das innerhalb einer halben Stunde auf 100° gebracht und während 6 Stunden kochend erhalten wird. Nun wird die Form aus dem Wasser genommen und nach dem Abkühlen der Abstand der Nadeln von neuem gemessen. Der Unterschied zwischen beiden Ablesungen bedeutet die Ausdehnung des Zements; diese darf nicht 10 mm überschreiten, wenn der Zement durch 24 Stunden, und nicht 5 mm, wenn er durch sieben Tage an der Luft gelagert war.

Digitized by Google

Versuche von langer Dauer von E. Schwarz.

Bauschingerproben.

Ausdehnung eines 100 mm langen Stabes in $^1/_{100}$ mm bei der Erhärtung in Wasser von 15° C.

Zement I			Zement II			Zement III		
Nach Tagen	Unter Wasser abgebunden	An der Luft abgebunden	Nach Tagen	Unter Wasser abgebunden	An der Luft abgebunden	Nach Tagen	Unter Wasser abgebunden	An der Luft abgebunden
161	2	1	161	12	11	161	25	21
168	2	2	168	12	11	168	25	21
175	2	1	175	12	12	175	26	22
182	2	1	182	12	12	182	25	22
189	2	1	189	12	12	189	26	22
196	2	1	196	12	12	196	26	22
203	2	1	203	12	12	203	25	22
210	2	1	210	12	11	210	26	22
217	2	1	217	12	12	217	26	23
224	3	1	224	12	12	224	26	22
231	3	1	231	12	12	231	26	22
238	3	1	238	13	12	238	26	22
245	3	1	245	13	12	245	26	23
252	3	1	252	13	13	252	26	23
259	3	1	259	12	12	259	27	23
266	3	1	266	13	12	266	27	23
273	3	1	273	13	12	273	26	23
280	2	1	280	13	13	280	27	23
287	3	1	287	13	12	287	27	22
294	3	1	294	12	12	294	26	22
301	2	1	301	13	12	301	26	23
308	2	1	308	13	12	308	26	22
315	2	2	315	13	12	315	26	23
322	2	3	322	13	13	322	27	23
329	2	2	329	13	12	329	26	23
336	2	2	336	13	12	336	27	26
343	2	2	343	13	12	343	26	24
350	2	1	350	13	12	350	26	23
357	1	2	357	13	12	357	26	23
364	1	1	364	13	12	364	27	23
582	2	1	580	13	13	579	27	24

Digitized by Google

Bauschingerproben.

Ausdehnung eines 100 mm langen Stabes in $^1/_{100}$ mm bei der Erhärtung in Wasser von 15° C.

Zement II'			Zement III'			Zement I^A		
Nach Tagen	Unter Wasser	An der Luft	Nach Tagen	Unter Wasser	An der Luft	Nach Tagen	Unter Wasser	An der Luft
	abgebunden			abgebunden			abgebunden	
119	19	14	119	18	16	77	7	4
126	20	14	126	20	16	84	7	4
133	20	14	133	19	17	91	7	5
140	20	14	140	19	17	98	7	5
147	19	14	147	20	16	105	7	5
154	19	14	154	20	16	112	7	5
161	19	14	161	19	16	119	7	5
168	19	14	168	18	16	126	7	5
175	20	14	175	20	16	133	8	5
182	20	14	182	20	16	140	8	5
189	19	14	189	18	17	147	8	5
196	20	14	196	19	18	154	8	6
203	20	14	203	19	17	161	8	6
210	20	14	210	21	17	168	8	6
217	20	15	217	21	17	175	9	6
224	20	15	224	19	17	182	9	6
231	20	14	231	19	17	189	9	6
238	20	14	238	19	17	196	9	6
245	20	14	245	19	17	203	9	6
252	20	14	252	19	17	210	9	6
259	21	14	259	19	17	217	9	6
266	20	14	266	19	17	224	9	7
273	21	14	273	19	17	231	9	7
280	20	14	280	19	17	238	9	7
287	21	14	287	19	17	245	9	7
294	20	15	294	19	16	252	9	7
301	22	15	301	19	17	259	9	7
308	21	15	308	19	14	266	9	7
315	21	16	315	20	18	273	9	8
322	22	15	322	19	17	280	9	8
329	21	16	329	20	17	287	9	8
336	22	16	336	19	16	294	9	8
343	23	16	343	20	17	301	10	8
538	24	18	539	21	17	493	11	11

Digitized by Google

Bauschingerproben.

Ausdehnung eines 100 mm langen Stabes in $^1/_{100}$ mm bei der Erhärtung in Wasser von 15° C.

Zement 2A			Zement 3A		
Nach Tagen	Unter Wasser abgebunden	An der Luft abgebunden	Nach Tagen	Unter Wasser abgebunden	An der Luft abgebunden
161	21	16	161	22	16
168	21	17	168	21	16
175	22	17	175	22	16
182	22	17	182	22	16
189	22	17	189	22	16
196	22	17	196	22	16
203	22	17	203	22	16
210	22	18	210	22	16
217	23	17	217	22	17
224	22	18	224	22	17
231	23	18	231	22	17
238	23	18	238	23	17
245	23	19	245	23	18
252	23	18	252	23	18
259	23	19	259	23	17
266	23	19	266	23	18
273	23	18	273	24	18
280	23	18	280	24	18
287	23	18	287	23	18
294	24	18	294	23	17
301	23	19	301	23	17
308	23	18	308	23	17
315	23	18	315	24	19
322	23	18	322	24	16
329	23	18	329	23	19
336	23	18	336	23	17
343	23	18	343	23	17
350	21	18	350	23	18
357	22	18	357	23	17
364	21	18	364	23	18
587	24	19	586	23	18

Digitized by Google

Tabelle

über die Resultate der Prüfung des Zementes 3^A während der Ablagerung bei Zimmertemperatur, nach der Methode von Le Chatelier und der Darrmethode.

Tage der Ablagerung	Le Chatelier-Probe bei 100° C.	Darrkuchenprobe
0	52	Starke Risse
3	45	ein Riss am Rande
5	42	ein schwacher Riß am Rande
7	38	"
10	28	"
12	27	bestanden
14	24	"
17	17	"
19	16	"
21	11	"
24	10	"
26	10	"
31	8	"
33	7	"
35	9	"
38	5	"
40	7	"
46	1	"
48	4	"
50	1	"
53	1	"

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

X4

BESCHLEUNIGTE PRÜFUNG HYDRAULISCHER BINDEMITTEL AUF IHRE BINDEKRAFT.

Kommissions-Bericht vorgelegt von Dr. techn. **Fr. Berger**, Wien.

Mit einem Anhang von H. L. Deval, Paris und von H. Alf. Greil, Wien.

Die zum Studium der Aufgabe Nr. 9 eingesetzte Kommission besteht heute, nachdem die Herren Professor L. von Tetmajer in Wien und Prof. A. Cossa in Turin und H. T. Behrmann in Riga gestorben und die Herren D. Wassenko und S. Drouginine in St. Petersburg ausgetreten sind, aus folgenden Mitgliedern:

Obmann: *Dr. F. Berger,* k. k. Sektionschef, Stadtbaudirektor a. D., Wien, VII., Schottenfeldgasse 37.

Mitglieder: *Camerman E.,* Chef du service des essais des chemins de fer de l'Etat Belge, Bruxelles, 31, Square Gutenberg:

Berg D., Direktor der Aalborg Portland-Zementfabrik, Aalborg (Dänemark);

Heintzel C., Dr., Chemiker, Laboratorium für Zementindustrie, Lüneburg (Deutschland):

Michaelis W., sen., Dr., Zement-Techniker, Berlin NO 18, Friedrichsstraße 19 (Deutschland);

Schott F., Direktor der Portland-Zementfabrik, Heidelberg (Deutschland);

Ewing J. A., Prof., F. R. S. Engineering Laboratory, Cambridge (Goßbritannien);

Candlot E., fabricant de ciment Portland, Paris, 18, rue d'Edimbourg (Frankreich);

Digitized by Google

Mesnager A., professeur à l'École des ponts et chaussées, ingénieur en chef des ponts et chaussées, Paris, 1, 182, rue de Rivoli;
Feret R., chef du Laboratoire des ponts et chaussées, Boulogne sur mer (Pas de Calais, Frankreich);
Bienfait L., Ingenieur, Prüfungsanstalt für Baumaterialien, Amsterdam, Da Costakade 104 (Holland);
Morris Dr., Chefchemiker der Aktiengesellschaft „Christiania Portland-Cementfabrik", Christiania (Norwegen);
Greil A., Baurat, Vorstand der städtischen Materialprüfungsstation, Wien, Rathaus (Österreich);
Nagy D., v., Professor der königl. ungar. technischen Hochschule, Budapest, Müegyetem (Ungarn);
Belelubsky N., Dr., Exc., Professor am kais. russ. Wegebauingenieur-Institut, Mitglied des Ingenieurrates des Wegebauministeriums, St. Petersburg, 9, Zabalkansky (Rußland);
Bogdanoff N., ingénieur civil, St. Pétersbourg, Wass. Ost., 4ème ligne 47, log. 5 (Rußland);
Schilling T., Chefchemiker der Moskauer Aktiengesellschaft für Fabrikation von Zement, Podolsk (Rußland);
Proskuriakoff L., professeur à l'Ecole Impér. des ingénieurs de Moscou, Moscou, rue Bachmetieff (Rußland);
Wikander A., Professor, Göteborg (Schweden);
Maclay W., W., Consulting Civil Engineer, 169, West Canfield Street, Detroit, Mich. (U. S. A.);
McKenna Ch. F., Chemist, 1553, Hudson Terminal Building, 50, Church Str., New York, N. Y. (U. S. A.).

Auf Grund der in der Eidgenossenschaftlichen Materialprüfungsanstalt in Zürich und in der städtischen Prüfungsstation in Wien gemachten Versuche unterbreitete der Obmann der Kommission dem Budapester (III.) Kongreß im Jahre 1901 einen Bericht, der mit folgendem Antrag schloß:

„Zur vorläufigen Orientierung über die Kraftentfaltung des „Portlandzements kann die sechstägige Warmwasserprobe für „Zug- und Druckfestigkeit benützt werden.

„Die aus 1 Gewichtsteil Portlandzement und 3 Gewichtsteilen „Normalsand anzufertigenden Probekörper sind nach ihrer Erzeugung „für die Dauer von 24 Stunden zum Schutz gegen Zugluft und „Einwirkung der Sonnenstrahlen in einem geschützten, feucht ge-

Digitized by Google

„haltenen Schranke aufzubewahren Das Warmwasserbad ist nach „Einlegung der Probekörper von 15° C. innerhalb zwei Stunden „allmählich auf 100° C. zu erwärmen und auf dieser Temperatur „zu erhalten. Das Wasser ist nach drei Tagen durch frisches von „derselben Temperatur zu erneuern.

„Durch die Anwendung der Warmbadproben zur vorläufigen „Prüfung der Kraftentfaltung des Portlandzementes wird die „normengemäße Kaltwasserprobe nicht aufgehoben."

Der III. Kongreß hat diesen Antrag zur Kenntnis genommen und die Kommission zur Fortsetzung ihrer Arbeiten in diesem Sinne eingeladen.

Im Oktober 1901, nach dem Budapester Kongresse, versandte der Obmann ein viertes Rundschreiben an die Mitglieder der Kommission. In diesem Rundschreiben wurden die Kommissionsmitglieder ersucht, ihre Studien über diese Frage fortzusetzen und sich über den oben angeführten Antrag zu äußern.

Dann wurde in diesem Rundschreiben eine nachträglich eingelangte, die Warmwasserprobe befürwortende Zuschrift der Herren Belelubsky, Bogdanoff, Wassenko und Konossewitsch wiedergegeben, ferner mitgeteilt, daß sich die in dem Budapester Kongreßberichte enthaltenen Versuchsergebnisse nur auf vollständig volumbeständige Bindemittel bezogen und daß die im obigen Antrage genannte, beschleunigte, orientierende sechstägige Warmwasserprobe im August 1901 in die schweizerischen Zementnormen aufgenommen worden sei.

Da auf Grund dieses Rundschreibens keinerlei Meinungsäußerung der Kommissionsmitglieder einlief, der Vorstand in seiner Sitzung zu München, im Februar 1907 jedoch beschlossen hatte, die Aufgabe 9 weiter zu verfolgen, so hat der Obmann am 1. April 1907 in einem fünften Rundschreiben die Kommissionsmitglieder erneuert eingeladen, ihm ihre Anträge zu dieser Aufgabe rechtzeitig zukommen zu lassen, um für den Kongreß in Kopenhagen 1909 eine Berichterstattung zu ermöglichen.

Auf Grund dieser Einladungen langten folgende Zuschriften ein:

Herr R. Feret, Chef des Laboratoriums in Boulogne s/M., schrieb am 25. April 1907:

„In Beantwortung Ihres fünften Rundschreibens, betreffend „die Aufgabe der Kommission 9, beehre ich mich, Sie daran

Digitized by Google

„zu erinnern, daß die Untersuchungen verschiedener Forscher „schon längst dahinzielen, zu zeigen, daß keine Proportionalität „besteht, zwischen den Festigkeiten, die nach mehrtägiger Lagerung „der Probekörper im warmen Wasser und nach ihrer längeren „Aufbewahrung im kalten Wasser erreicht werden.

„Es scheint mir daher, daß die beschleunigte Probe keine „genügend interessanten Angaben wird liefern können."

Herr L. Bienfait, Mitchef der Materialprüfungsanstalt in Amsterdam, schrieb unter dem 3. Mai 1907:

„Wenn vielleicht bis zur Zeit des Budapester Kongresses „eine beschleunigte Prüfung auf Festigkeit durch die Lagerung „der Probekörper im heißen Wasser zu empfehlen war, so scheint „mir diese bei dem heutigen Stande der Zementfabrikation über- „flüssig. Die weitaus größte Zahl der Portlandzemente weist näm- „lich nach sechstägiger Erhärtung im Wasser von 15—18° C. „heute schon solche Festigkeitszahlen auf, daß man eine solche „sechstägige Prüfung mit Leichtigkeit durchführen und als end- „gültig betrachten kann. Vielfach werden auch nur sechstägige „Prüfungen von Portlandzement verlangt. Wünscht man eine ein- „gehende Prüfung eines unbekannten Portlandzements, so wird die „sechstägige Probe nicht genügen und es wird eine Ausdehnung „der Probe auf 1, 3, 6, 12 Monate erwünscht sein. Die umständ- „liche und ziemlich kostspielige Heißwasserprobe, bei der man die „Probekörper während 6 × 24 Stunden Tag und Nacht im Wasser „von 100° C. halten soll, ist meiner Ansicht nach ein Verfahren, „zu dem man nicht übergehen sollte."

Herr Dr. W. Michaelis, Zementtechniker in Berlin, schreibt unter dem 22. April 1908:

„Ich habe von jeher diese beschleunigte Warmwasserprüfung „in Vorschlag gebracht und sehr befürwortet, nachdem ich längst „festgestellt hatte, daß auf diese Weise — allerdings nicht ohne „Ausnahmen — eine derartige Beschleunigung der Kraftentfaltung „bei dem hydraulischen Erhärtungsprozeß statt hatte, daß die „sieben Tage bei 100° C. im Wasser erhärteten Proben etwa den „28 Tagen im Wasser von 15—18° C. erhärteten gleich kamen.

„Weil nun ab und zu Verwerfungen vorkommen, wird wohl „keine vollständige Einigkeit über dieses beschleunigte Verfahren „zu erzielen sein. Ich aber stimme für diese Probe; denn warum

Digitized by Google

„sollten wir der überall vorkommenden Ausnahmen halber einer „so nützlichen Regel nicht zur Geltung verhelfen."

Herr L Deval, früherer Direktor der städtischen Versuchsanstalt von Paris, sandte April 1908 einen eingehenden, mit zahlreichen Versuchsresultaten belegten Bericht, welcher als Beitrag zum Kommissionsbericht selbständig abgedruckt erscheint und der zu folgenden Schlußfolgerungen gelangt:

„Die Festigkeit der hydraulischen Bindemittel wächst schritt-„weise im warmen Wasser, wenigstens während eines Jahres.

„Dagegen wächst im kalten Wasser die Festigkeit, obgleich „anfangs kleiner, rascher als jene und wächst nach einigen „Monaten über jene hinaus.

„Was den Wert der Warmwasserprobe als Schnellprobe an-„belangt, kann man, ohne einen Fehler zu riskieren, nicht zu-„gestehen, daß die Warmwasserprobe nach 7 Tagen dasselbe „ergibt, wie die Kaltwasserprobe nach 28 Tagen.

„Die Warmwasserprobe läßt nach 7 Tagen noch nicht vor-„her sehen, welches die spätere Festigkeit des Zementes sein wird. „Sie gibt weder über das im kalten Wasser erreichbare Festigkeits-„maximum, noch über den Wert der Festigkeit nach drei Jahren „— der hierseitigen Versuchsdauer — Aufschluß.

„Zemente, bei denen die Warmwasser-Schnellprobe kein „günstiges Resultat ergeben hat, oder die durch das warme Wasser „aufgebläht werden, sind nicht notwendiger Weise unverwendbar, „wenigstens nicht während einer Zeit von drei Jahren. Die Festig-„keit solcher Zemente wächst im kalten Wasser im ähnlichen „Maße, wie die jener Zemente, welche bei der Warmwasserprobe „ein günstiges Ergebnis zeigten, und sie kann jener der letzteren „nahezu gleich werden.

„Gleichwohl liefert die Warmwasserprobe einen greifbaren „Nutzen, denn sie ermöglicht die Gegenwart nicht raumbeständiger „(blähender) Stoffe zu erkennen.

„Bei unseren Versuchen wurden die Würfel keiner äußeren „Kraft unterworfen, sie konnten nach und nach eine Festigkeit „erlangen, welche es ihnen ermöglicht, ohne sichtbare Formverän-„derung die durch die langsame Hydratation der Expansivstoffe „erzeugten inneren Spannungen — wenigstens während dreier „Jahre — zu ertragen. Man kann aber nicht behaupten, daß das-„selbe während einer längeren Eintauchungsdauer der Fall wäre

Digitized by Google

„oder unter anderen weniger günstigen Verhältnissen, z. B. im „Meerwasser oder unter dem Einfluß der Atmosphärilien.

„Wenn es uns also nicht möglich scheint, auf der Warm-„wasserprobe eine Methode schneller Erprobung bezüglich der „Festigkeit zu basieren, so ist die genannte Probe gleichwohl ein „wertvolles Auskunftsmittel, da sie uns die Gegenwart von Expan-„sivstoffen erkennen läßt."

Herr Baurat A. Greil, Leiter der städtischen Prüfungsanstalt für hydraulische Bindemittel in Wien, sandte im Juni 1908 einen mit Versuchsergebnissen belegten Bericht, der gleichfalls als Beitrag zur Kommissionsarbeit selbständig gedruckt erscheint. Herr Greil kommt zu dem Ergebnisse, daß diese Versuchsmethode wegen ihrer Unverläßlichkeit sich zur Einführung nicht empfiehlt.

Von den fünf abgegebenen Urteilen ist also Herr Dr. Michaelis für die Warmwasserprobe eingetreten, während die Herren Feret, Bienfait, Deval und Greil dieselbe nicht empfehlen können.

Schlußfolgerungen:

Die zahlreichen angeführten Versuchsergebnisse sind in der Tat so widerspruchsvoll, daß die Warmwasserprobe zu unverläßlich erscheint, um für Schnellproben zur Konstatierung der Festigkeit der hydraulischen Bindemittel dienen zu können

Es erscheint daher derzeit der Antrag wohl gerechtfertigt, die Frage nach der Benützbarkeit der Warmwasserprobe zur beschleunigten Festigkeitsprüfung von hydraulischen Bindemitteln nicht weiter zu verfolgen.

Dagegen haben die Versuche des Herrn Deval aufs neue ergeben, wie wertvoll diese Probe werden kann, um über die Neigung der Zemente zu Blähungen und Rissebildungen aufzuklären. Für die Aufsuchung eines beschleunigten Verfahrens zur Bestimmung der Raumbeständigkeit der Zemente besteht die Kommission 32, welche wohl diese Andeutungen verwerten wird.

Wenn nun auch beantragt wird, die Warmwasserprobe hinsichtlich eines abgekürzten Verfahrens für die Bestimmung der Bindekraft nicht weiter zu verfolgen, so soll doch nicht die Auflösung der hiefür eingesetzten Kommission 9 befürwortet, sondern

Digitized by Google

es soll vielmehr den einzelnen Mitgliedern anheimgegeben werden, diese wichtige Angelegenheit weiter zu studieren, wobei vielleicht durch Aufhellung der chemischen Vorgänge Anhaltspunkte zur rascheren Beurteilung gewonnen werden können.

Allfällig erzielte Erfahrungsresultate wollen dann dem Obmanne mitgeteilt werden.

Vorstehender Bericht wurde Ende März 1909 an alle Mitglieder der Kommission mit einem 6. Rundschreiben versandt, in welchem die Herren gebeten wurden, bis Ende April hiezu Stellung nehmen zu wollen Es langten unbedingt zustimmende Antworten ein von den Herren: *L. Bienfait* in Amsterdam, *R. Feret* in Boulogne sur Mer, *A. Greil* in Wien, Dr. *C. Heintzel* in Lüneburg, *W. W. Maclay* in Detroit, Mich, *D. Nagy* in Budapest.

Dr. *W. Michaelis* in Berlin führt die Widersprüche (Verwerfungen) in der Warmwasserprobe auf die ungenügende Homogenität der Rohmischung zurück, giebt aber zu daß mit der immer rationelleren Ausnützung der Zemente durch feinere Mahlung jetzt bereits in viel kürzerer Zeit gute Einblicke in die Leistung der Zemente gewonnen werden können.

Nach diesem Ergebnis des 6. Rundschreibens glaubt der Berichterstatter die oben angeführten Schlußfolgerungen dem V. Kongresse als den Meinungsausdruck der Kommission zur Beschlußfassung vorlegen zu dürfen.

Digitized by Google

THE
JOHN CRERAR
LIBRARY

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

X 5

DIE WARMWASSER-SCHNELLPROBEN DES ZEMENTES.

Von **L. Deval,** Paris.

Anhang zum Kommissionsbericht Nr. 9.

Übersetzung von J. Fleischmann, Wien.

Bei allen Mörteln, deren hydraulische Bindemittel weder Expansivstoffe (überschüssigen Kalk oder Magnesium), noch auch Salze enthalten, die sich im kochenden Wasser zersetzen, bewirkt Wasser von 100° Temperatur, vom Momente der Eintauchung an, eine größere Erhärtungsfestigkeit als kaltes Wasser.

Im gegenteiligen Falle führt warmes Wasser eine rasche Hydratation der Expansivstoffe herbei, die sich — sei es infolge von Blähungs-, sei es infolge von Rißerscheinungen — in einer Verminderung der Festigkeit zeigt.

Warmes Wasser kann also, je nach der Beschaffenheit der Zemente, den Erhärtungsprozeß beschleunigen oder verzögern.

Wir haben versucht, die Festigkeit der hydraulischen Bindemittel (u. zw. sowohl des reinen Zementbreis, als auch der Sandzementmörtel) zu verschiedenen Zeiten ihrer Erhärtung zu vergleichen, indem wir die gleichen Materialien einerseits in warmes Wasser von 80° und 100°, anderseits in kaltes Wasser von 15° und 18° tauchten und die Festigkeiten bei gleicher Abbindedauer feststellten.

Wir haben dann untersucht, ob warmes Wasser, das am Beginn der Tauchung dem Mörtel eine größere Festigkeit verleiht, als Schnellprobe für Zemente Anwendung finden könnte, und ob diese irgendwelche Angaben über die spätere Festigkeit der erprobten Zemente zu liefern vermag.

Digitized by Google

Unsere Probekörper, von Achterform, hatten eine Querschnittfläche von 5 cm². Der reine Zementbrei war mit 25% Wasser, die Sandmörtel mit einer Wassermenge gleich 11% des vereinigten Zement- und Sandgewichtes angemacht. Die Mörtel hatten die Konsistenz feuchter Erde und wurden in die Formen hineingeschlagen.

Die Probekörper wurden, bevor ihre Eintauchung in das warme, bezw. kalte Wasser erfolgte, 24 Stunden, vor Luftzug und Sonne geschützt, im Untergeschoß des Laboratoriums aufbewahrt.

Die Festigkeit des Zementes im warmen Wasser wächst mit der Tauchzeit.

Unsere Versuche erstreckten sich auf Portlandzement, auf Schlackenzement und auf den schnell abbindenden Zement von Vassy.

Unsere Probekörper wurden der Zerreißprobe unterzogen, und zwar nach 2, 7 und 28 Tagen, ferner nach 3, 6, 9 Monaten und einem Jahre.

Bei Portlandzement haben wir festgestellt, daß die Festigkeit der reinen Zementkörper im warmen Wasser wohl anfangs höher ist, als jene im kalten Wasser, daß sie auch, von einigen Unregelmäßigkeiten abgesehen, stetig ansteigt, daß jedoch dies Anwachsen der Festigkeit im warmen Wasser langsamer als im kalten Wasser erfolgt, so daß die im kalten Wasser erzielte Festigkeit fast in allen Fällen am Ende eines Jahres die im warmen Wasser erzielte Festigkeit übertrifft. Die Festigkeit der Zementmörtel (1 Gewichtsteil Zement auf 3 Gewichtsteile Normalsand) im warmen Wasser hielt sich, von wenigen Ausnahmen abgesehen, bei allen zu den verschiedenen Zeiten durchgeführten Zerreißproben über der im kalten Wasser erzielten Festigkeit.

Bei stark tonerdehältigen Zementen, z. B. bei den Schlackenzementen, die 15 bis 16% Tonerde und infolgedessen einen großen Gehalt von Kalk-Tonerdeverbindungen besitzen, ist das allgemeine Bild der Erhärtung das gleiche wie vorher. Gleichwohl kommt es oft vor, daß die Festigkeit der reinen Zementkörper im warmen Wasser nach 2 oder 7 Tagen geringer bleibt als jene im kalten Wasser, und zwar infolge der Deshydratation der Kalk-Tonerdeverbindungen durch Wasser von 100°. Die Festigkeit der Sandzementmörtel im warmen Wasser war im allgemeinen zu allen Zeiten, in denen die Zerreißproben durchgeführt wurden, höher als jene im kalten Wasser.

Digitized by Google

Mit den schnell abbindenden Zementen, wie z. B. jene von Vassy, sind, insoweit reine Zementbrei in Betracht kommen, ähnliche Ergebnisse erzielt worden, wie mit den Portlandzementen; aber für die Sandzementmörtel (2 Gewichtsteile Zement auf 3 Gewichtsteile Sand) sind die Erscheinungen nicht widerspruchsfrei.

Zusammenfassend läßt sich sagen: die Festigkeit sowohl der Portlandzemente als auch der Schlacken- und Vassyschen Zemente (reine Zementteige und Sandzementmörtel) haben im warmen Wasser während unserer einjährigen Erprobungszeit stetig zugenommen.

Da warmes Wasser im allgemeinen das Abbinden des Mörtels beschleunigt und die Festigkeit vermehrt, zum mindesten am Beginn der Eintauchung, ist man daran gegangen, zu untersuchen, ob sich nicht die Warmwasserprobe zu einer Schnellprobe für Zemente eignen würde.

Einige Forscher haben der Ansicht Ausdruck gegeben, daß die Festigkeit der im Wasser gelagerten Probekörper nahezu der Festigkeit nach 28tägiger Lagerung im kalten Wasser gleich sei.

Unsere diesbezüglichen Versuche haben sich nur auf reine Portlandzement-Proben erstreckt.

Von 109 Proben haben nur 14 Ergebnisse geliefert, die um weniger als 3% der mit Warmwasserbehandlung erzielten Festigkeitswerte von einander differierten. Bei 33 Proben betrug diese Differenz unter 10%.

Im übrigen waren die Unterschiede teils positiv, teils negativ; sie erreichten bis 63%.

Man ersieht also, daß selbst, wenn man Differenzen bis zu 10% als vernachlässigbar ansieht, nur bei 47 unter 109 Fällen eine Übereinstimmung der Warm- und Kaltwasserprobe-Ergebnisse feststellbar ist. Man muß sich also sagen, daß man in 57 unter 100 Fällen, bei denen man die Festigkeit der 28tägigen Kaltwasserprobe jener der Warmwasser-Schnellprobe gleichsetzt, einen Fehler riskiert.

Es bleibt aber noch die Frage offen, ob nicht die Zerreißproben reiner Zementkörper nach zwei- und siebentägiger Eintauchung im kalten Wasser gleichwohl Angaben über die spätere Festigkeit dieser Zemente und der aus ihnen gebildeten Mörtel liefern könnten.

Wir glauben nicht daran und haben auch keine wie immer geartete proportionale Beziehung zwischen der Festigkeit der

Digitized by Google

Zemente nach siebentägiger Tauchung im warmen Wasser und der Festigkeit der Zemente, die sie im kalten Wasser nach irgend einer Zeit — bis zu drei Jahren — annehmen, finden können.

Wir können an dieser Stelle nicht die Ergebnisse aller unserer zahlreichen Versuche wiedergeben; wir wollen in der folgenden Tabelle nur einige davon anführen, um zu zeigen, wie die nach siebentägiger Warmwasserprobe erhaltenen untereinander gleichen Festigkeitsergebnisse sehr verschiedenen Festigkeiten nach dreijähriger Lagerung im kalten Wasser und umgekehrt entsprechen können. Man sieht sogar, daß die Festigkeit nach drei Jahren geringer als jene der siebentägigen Warmwasserprobe sein kann.

	In Kilogramm														
Festigkeit im warmen Wasser nach 7 Tagen ..	53·00	50·70	42·50	22·00	40·00	34·25	42·75	39·00	29·50	38·00	53·75	44·00	54·75	51·50	
Maximale Festigkeiten zwischen 2 Tagen und 3 Jahren bei Lagerung im kalten Wasser	66·75	71·00	65·25	58·75	58·25	59·00	50·50	53·50	56·00	61·65	67·25	68·00	63·25	58·70	
Festigkeit nach dreijähriger Lagerung im kalten Wasser	54·50	58·50	65·25	58·75	58·25	59·00	41·25	35·75	54·00	57·25	60·25	61·75	59·25	55·25	

Soll man von vorneherein jene Zemente vom Gebrauche ausschließen, bei denen die Warmwasser-Schnellprobe die Anwesenheit von Expansivstoffen offenbart hat?

Wir haben schon früher darauf hingewiesen, daß Zemente ohne Expansivstoffe am Beginn ihrer Eintauchung im warmen Wasser eine größere Festigkeit zeigen, als im kalten Wasser. So verhält es sich z. B. bei allen bekannten Zementen guter Qualität. Die Kaltwasserproben, die wir mit Zementen dieser Sorte durchgeführt haben und deren Eintauchungszeit bis auf drei Jahre verlängert wurde, haben uns gezeigt, daß die Kurve der Bruchfestigkeiten, die wir bei den Zerreißproben nach den verschiedenen, zwischen zwei Tagen bis drei Jahren liegenden Eintauchzeiten erhalten haben, einen Wendepunkt und ein Maximum besitzt. Dieses Maximum entspricht nicht notwendigerweise der letzten Probe; es zeigt sich bei den verschiedenen Zementen

Digitized by Google

nach verschiedenen Tauchzeiten und tritt nicht gleichzeitig bei den Probekörpern aus reinem Zement und bei jenen des zugehörigen Sandmörtels ein.

Jene Zemente, deren Verhalten im warmen Wasser sich von der soeben angegebenen allgemeinen Regel entfernte, haben bei unseren Versuchen drei von einander abweichende Verhaltungsformen gezeigt:

1. Die Festigkeit im warmen Wasser hielt sich sowohl nach zwei als auch nach sieben Tagen unter der Festigkeit des Zementes im kalten Wasser.

2. Die Festigkeit im warmen Wasser zeigte am siebenten Tage einen Abfall.

3. Das warme Wasser rief Risse und Blähungen hervor. Man nimmt an, daß diese Unregelmäßigkeiten auf die Hydratation der Expansivstoffe zurückzuführen ist: die Hydratation des nicht gebundenen Kalkes und Magnesiums, der während der Zementfabrikation überbrannt worden ist, geht nur sehr langsam vor sich, sofern nicht warmes Wasser diesen Prozeß erleichtert. Dieser letztere Umstand kann sich vom ersten Moment des Versuches an äußern — wie in dem unter 1 besprochenen Falle — oder er zeigt sich erst nach mehreren Tagen der Eintauchung, wie im Falle 2.

Parallel mit den Warmwasser-Schnellproben haben wir mit Probekörpern des gleichen Zementes Kaltwasserproben von langer Dauer durchgeführt, um zu untersuchen, ob die Zemente, die die vorbesprochenen Unregelmäßigkeiten zeigten, auch bei der Kaltwasserprobe gewisse Unregelmäßigkeiten darboten, die geeignet wären, die Zemente als mangelhaft zu kennzeichnen.

Wir haben jedoch im Gegenteil gefunden, daß das Abbinden und die Erhärtung im kalten Wasser bei solchen mangelhaften Zementen in ganz gleicher Weise vor sich ging, wie bei jenen Zementen, die der allgemeinen Regel folgten. Auch bei den erstgenannten Zementen zeigte die Festigkeitskurve einen Wendepunkt und ein Maximum, das nicht immer der letzten Probe entsprach.

Die folgende Tabelle gibt die Grenzen an, zwischen denen sich bei unseren Proben die Festigkeitsmaxima und die Festigkeiten nach drei Jahren bewegen, und zwar sowohl der nach der allgemeinen Regel sich verhaltenden Zemente guter Qualität als auch jener Zemente, die die vorbezeichneten verschiedenen Unregelmäßigkeiten aufwiesen.

Digitized by Google

Ergebnisse der Warmwasserprobe nach 2 und 7 Tagen	Festigkeitsmaximum bei der Kaltwasserprobe kg/cm²	Festigkeit nach drei Jahren im kalten Wasser bei Körpern aus	
		Zement kg/cm²	Mörtel (1 : 3) kg cm²
Die Festigkeit der Warmwasserprobe ist höher als jene der Kaltwasserprobe	40·25 bis 71·00	32·25 bis 68·25	16·50 bis 40·25
Die Festigkeit der Warmwasserprobe ist kleiner als jene der Kaltwasserprobe	52·50 bis 68·25	42·25 bis 57·25	20·00 bis 43·25
Die Warmwasserprobe zeigte am 7. Tag einen Festigkeitsabfall	45·00 bis 62·50	39·00 bis 62·50	19·75 bis 40·50
Die Warmwasserprobe ruft Blähungen und Risse hervor	45·25 bis 58·00	40·50 bis 58.00	22·75 bis 35·00

Die Zemente der ersten Horizontalreihe sind als gute Qualität bekannt. Man sieht, daß die Zemente der zweiten, dritten und vierten Horizontalreihen, die bei der Warmwasserprobe Unregelmäßigkeiten zeigten, bei der Kaltwasserprobe Festigkeiten aufwiesen, die sich in den Grenzen der mit den Zementen guter Qualität erreichten Festigkeiten hielten.

Vom Standpunkt der erreichbaren Festigkeit — gleichgültig, ob es sich um reinen Zement oder Zementmörtel handelt — sind Zemente, deren Probekörper sich im warmen Wasser aufblähen, durchaus nicht notgedrungen schlecht. Das warme Wasser hat uns nur die Möglichkeit gegeben, die Anwesenheit eines Elementes zu erkennen, das vielleicht für die Zukunft ein Gefahrenmoment in sich birgt, das jedoch während unserer auf drei Jahre sich erstreckenden Versuche nicht zum Vorschein kam. Man weiß anderseits, daß es oft genügt, einen Zement während einiger Zeit feuchter Luft auszusetzen, damit er auch im warmen Wasser keine Blähungserscheinungen zeige.

Schlußfolgerungen.

Die Schlußfolgerungen, zu denen wir durch unsere soeben kurz wiedergegebenen Versuche gelangt sind, lassen sich, wie folgt, zusammenfassen:

„Die Festigkeit der hydraulischen Bindemittel wächst schritt-
„weise im warmen Wasser, wenigstens während eines Jahres.

Digitized by Google

„Dagegen wächst im kalten Wasser die Festigkeit, obgleich „anfangs kleiner, rascher als jene und wächst nach einigen Monaten „über jene hinaus.

„Was den Wert der Warmwasserprobe als Schnellprobe an-„belangt, kann man, ohne einen Fehler zu riskieren, nicht zu-„gestehen, daß die Warmwasserprobe nach 7 Tagen dasselbe „ergibt, wie die Kaltwasserprobe nach 28 Tagen.

„Die Warmwasserprobe läßt nach 7 Tagen noch nicht vorher-„sehen, welches die spätere Festigkeit des Zementes sein wird. Sie „gibt weder über das im kalten Wasser erreichbare Festigkeits-„maximum, noch über den Wert der Festigkeit nach drei Jahren — „der hierseitigen Versuchsdauer — Aufschluß.

„Zemente, bei denen die Warmwasser-Schnellprobe kein „günstiges Resultat ergeben hat, oder die durch das warme Wasser „aufgebläht werden, sind nicht notwendigerweise unverwendbar, „wenigstens nicht während einer Zeit von drei Jahren. Die Festigkeit „solcher Zemente wächst im kalten Wasser in ähnlichem Maße „wie die jener Zemente, welche bei der Warmwasserprobe ein „günstiges Ergebnis zeigten, und sie kann jener der letzteren „nahezu gleich werden.

„Gleichwohl bietet die Warmwasserprobe einen offensicht-„lichen Nutzen, denn sie ermöglicht, die Gegenwart nicht raum-„beständiger (blähender) Stoffe zu erkennen.

„Bei unseren Versuchen wurden die Würfel keiner äußeren „Kraft unterworfen, sie konnten nach und nach eine Festigkeit er-„langen, welche es ihnen ermöglicht, ohne sichtbare Formveränderung „, die durch die langsame Hydratation der Expansivstoffe erzeugten „inneren Spannungen — wenigstens während dreier Jahre — zu „ertragen. Man kann aber nicht behaupten, daß dasselbe während „einer längeren Eintauchungsdauer der Fall wäre oder unter „anderen weniger günstigen Verhältnissen, z. B. im Meerwasser „oder unter dem Einfluß der Atmosphärilien.

„Wenn es uns also nicht möglich scheint, auf der Warmwasser-„probe eine Methode schneller Erprobung bezüglich der Festigkeit zu „basieren, so ist die genannte Probe gleichwohl ein wertvolles Aus-„kunftsmittel, da sie uns die Gegenwart von Expansivstoffen er-„kennen läßt."

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

X 6

BESCHLEUNIGTE PRÜFUNG HYDRAULISCHER BINDEMITTEL AUF IHRE BINDEKRAFT.

Vorgelegt von **Alfred Greil**, Wien.

Anhang zum Kommissionsbericht 9.

In der städtischen Prüfungsanstalt für hydraulische Bindemittel wurden in den Jahren 1901, 1902, 1903 und 1907 eine Reihe von 6tägigen Warmbadproben zum Vergleiche mit den 28tägigen Kaltwasserproben mit Portland- und Schlacken-Zementen abgeführt, und sind die dabei erhaltenen Resultate in den beiliegenden Tabellen zusammengestellt.

Es ist aus dieser großen Reihe von Versuchen, die sich in den ersten Jahren nur auf die Ermittlung der Druckfestigkeiten und im Jahre 1907 auf die Ermittlung der Zug- und Druckfestigkeiten erstreckten, zu ersehen, daß eine Übereinstimmung der Resultate nicht erzielt worden ist, indem dieselben wesentlichen Schwankungen insoferne unterworfen sind, als in den einzelnen Fällen die Warmbadproben einmal bessere und einmal schlechtere Resultate ergaben.

Bei den Portland-Zementen sind die Unterschiede nicht so bedeutend wie beim Schlacken-Zement, bei welch letzterem bei den Warmbadproben fast ausnahmslos bedeutend geringere Resultate erzielt wurden, indem bei 29 Vergleichsproben die 28tägigen Kaltwasserproben 27mal höhere u. zw. oft weitaus höhere Resultate ergeben haben, als die Warmbadproben.

Bei Portland-Zementen hat in 87 Fällen die Warmbadprobe 23mal bessere Resultate ergeben, wogegen in 64 Fällen die Kalt-

Digitized by Google

badprobe günstigere Zahlen aufwies. Nur in 16 Fällen waren die Unterschiede in den Druckfestigkeiten so wenig verschieden, daß hiebei von einer genügenden Übereinstimmung gesprochen werden könnte.

Aus den abgeführten Proben kommt man zu dem Schlusse, daß es nicht empfehlenswert ist, diese neue, ziemlich umständliche Prüfungsmethode sowohl für Schlacken als auch für Portlandzement einzuführen.

Bemerkt muß noch werden, daß sämtliche geprüfte Muster die Darr- und die Kochprobe vollkommen bestanden haben.

Digitized by Google

Portland-Zemente mit Sand 1 : 3.

Im warmen Wasser nach 6 Tagen		Im kalten Wasser nach 28 Tagen	
Zug	Druck	Zug	Druck
1901.			
191·20	21·58	207·—	
221·—	23·15	229·50	
138·25	19·93	184·—	
257·50	25·15	223·50	
249·50	25·78	240·—	
274·—	26·78	251·50	
120·50	21·80	206·—	
243·75	23·30	218·—	
117·25	21·63	208·—	
187·50	27·78	226·50	
210·75	25·78	251·50	
242·75	31·93	321·—	
202·75	23 75	220·—	
209·25	20·98	221·25	
247 25	18·75	191·25	
235·—	23·80	215 50	
222·50	23·73	219·50	
308·75	23·20	209 50	
232·50	23·48	208·—	
244·75	22·98	205 75	
1902.			
275·50	24·18	241·—	
201·50	28·85	276·50	
214·75	26·—	220·—	
226·25	22·40	214·25	
184·—	28·90	274·75	
176·25	22·13	218·—	
226·75	22·05	206·25	
255·—	27·78	270·25	
212·—	24·83	232·50	
203·50	25·58	233·—	
261·—	27·68	267·25	
227·—	29·—	275·25	
220·50	27 60	272 25	
215·50	29·—	272·75	
186·75	31·05	291·50	
256·75	27·70	274·—	
301·75	30·05	313·—	
283·50	33·18	309·—	
266·25	29·65	309·—	
248·—	29·98	304·25	
1903.			
158·75	24 18	215·50	
216·75	32 03	301·50	
284·—	34·10	307·—	
273·25	24·85	226·25	

Digitized by Google

Portland-Zemente mit Sand 1 : 3.

Im warmen Wasser nach 6 Tagen		Im kalten Wasser nach 28 Tagen		Im warmen Wasser nach 6 Tagen		Im kalten Wasser nach 28 Tagen		Im warmen Wasser nach 6 Tagen		Im kalten Wasser nach 28 Tagen	
Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck
1907.				22·53	246·50	30·78	267·—	22·95	224.—	26·45	254·—
				20·85	188 50	29·08	239·75	18·83	238·—	27·08	247·75
17·25	179·—	23·85	223·—	23·38	274·—	30 63	279·—	10·75	103·50	23·05	229·—
21·35	218·25	22·95	221·25	24·33	243·25	28·—	285·75	17·23	192·—	23·45	206·50
25·98	246·50	27 93	235·—	22·—	238·75	27·35	266·25	8·53	80·75	21·35	218·25
18 65	282·75	24·75	219·—	25·43	212·75	27·50	303·25	21·08	219·50	25·—	255·75
27·50	271·—	28 65	261·50	23·93	220·25	30·90	302·—	14·88	197·75	24·80	218·50
26·05	272·25	29 65	279·25	25·28	307·40	27·85	275·50	20 00	234·—	27·78	231·25
25 53	246·—	28 63	233 —	26·70	274·—	26·65	239·—	21·75	204·25	26·07	241·75
22·93	253·75	27·—	234·75	25·78	247·—	25·40	255·75	26·50	213·—	29·32	267·25
24·38	259·50	26·45	229·25	24·33	257·—	26·73	258·25	18·18	242·—	28·33	255·25
24·40	184·—	27·58	234·75	22·10	216·—	27·43	269·25	17·33	149·75	25·25	254·50
25·33	251·75	26·58	266·—	23·63	157·25	27·08	256·—	21·20	174·25	25·55	269·—
24·88	255·50	28·50	280·75	25·33	253·25	27·28	253·—	15·95	147·25	30·63	298·75
26·80	259·—	28·32	276·25	23·60	243·75	26·48	241·25	17.13	158·50	28·40	281·75

Digitized by Google

Schlacken-Zemente mit Sand 1 : 3.

Im warmen Wasser nach 6 Tagen		Im kalten Wasser nach 28 Tagen		Im warmen Wasser nach 6 Tagen		Im kalten Wasser nach 28 Tagen	
Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck
1901.							
	216·50	27·90	254·25				
	224·—	29·48	267·—				
	176·25	26·88	272·25				
	181·75	30·50	296·25				
1902.							
	183·—	30·53	240·25		132·50	23·73	202·75
	131·25	29·70	232·75		153·75	22·55	213·—
	148·—	29·75	263·75		156·—	26·75	224·75
	134·50	28·55	259·50		121·25	25·53	218·75
	163·75	30·13	269·50		127·25	26·88	220·—
	161·50	28·45	267·—				
	161·25	29·15	232·25				
	158·75	29·10	253·—				
	159·75	28·25	250·—				
1907.							
24·38	169·75	28·43	230·75	32·13	187·75	28·53	248·25
22·85	166.75	28·45	238·—	26·75	256·25	27·30	244·75
24·63	146·25	27·10	266·75	25·13	170·50	30·33	252·75
23·28	148·75	28·35	229·75	26·40	168·50	31·18	283·25
24·18	154·75	26·55	219·75	24·43	126·—	31·03	241·75
24·53	189·50	26·60	226·—	27·63	178·50	28·33	244·25
24 33	170 50	27·80	226·—	26·13	177·75	30·08	271·50
22·18	154 50	29·—	229·25	25·63	180·—	27·60	243·25
21 53	135·50	27·28	222·50	22·75	171·25	29.53	254·25
21·88	135·75	28·33	222·25	23·30	156.75	28·55	245·25
18·53	150·—	24·23	217·25	23 70	168 75	30·43	255·25
27·60	283·25	28·—	234 25	20·50	169·—	29·55	257·—
18·45	149·50	28·37	221·75	22·25	161·50	30·53	245·75
19·18	140·75	26·45	217·50	21·05	160·50	29 33	260 —
18·65	137·50	26·48	221·50	21·53	176·50	29 03	256 —
19·28	143·25	27·75	238·50	20·48	167·75	29·43	253·—

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK □

□ V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909. □

X7

AUFSUCHUNG EINES MÖGLICHST EINFACHEN VERFAHRENS ZUR BESTIMMUNG DES FEINSTEN MEHLES □ IM PORTLAND-ZEMENT AUF DEM WEGE DER □ SCHLÄMMUNG ODER WINDSICHTUNG.

Kommissions-Bericht zu Aufg. 30 v. Prof. **M. Gary**, Gr.-Lichterfelde,

mit einem Anhang von P. Mayntz Petersen, Kopenhagen.

Dem Budapester Kongreß des Verbandes habe ich erstmalig den Antrag unterbreitet, der Verband möge die Versuchsanstalten in den verschiedenen Ländern auffordern, die Frage der Aufsuchung eines möglichst einfachen Verfahrens zur Bestimmung des feinsten Mehles im Portland-Zement auf dem Wege der Schlämmung oder der Windsichtung zu studieren.

Der Verband hat diesem Antrage stattgegeben, mich zum Berichterstatter ernannt und mich ersucht, die öffentlichen Laboratorien und Versuchsanstalten zur Mitarbeit an der Lösung der Aufgabe aufzufordern.

Über das Ergebnis meiner Feststellungen und der Versuche des Königlichen Materialprüfungsamtes Groß-Lichterfelde habe ich dem Kongreß in Brüssel 1906 berichtet. Dieser Bericht hat den Vorstand veranlaßt, in seiner Sitzung im Frühjahr 1907 eine Kommission zur Weiterbearbeitung der Frage einzusetzen und mich zum Obmann dieser Kommission zu ernennen.

Mitglieder dieser Kommission wurden folgende Herren und Ämter:

1. Professor A. Mesnager, ingénieur en chef des ponts et chaussées, Paris.

2. Dr. A. Dyckerhoff, Fabriksbesitzer, Amöneburg bei Biebrich am Rhein.

Digitized by Google

3. H. K. G. Bamber, Ingress House Greenhithe, Kent, England.

4. Lejeune, ing. au Laboratoire Pavin de Lafarge, Viviers (Le Teil) Frankreich.*)

5. Mayntz Petersen, Stellvertr. Direktor der Staatsprüfungsanstalt, Kopenhagen.

6. Eidgenössische Materialprüfungsanstalt, Zürich.

Mit Rundschreiben vom 12. Juli 1907 habe ich diesen Mitgliedern einen Sonderabdruck über meinen Bericht, der dem Kongreß in Brüssel vorgelegen hat, und den Abdruck eines Vortrages unterbreitet, den ich im Februar 1907 im Verein deutscher Portland-Zement-Fabrikanten über die Windsichtung feingemahlenen Portland-Zementes gehalten habe.

Ich habe die Mitglieder ferner befragt, ob sie

1. der Meinung sind, daß es notwendig ist, neue Versuche zur Auffindung eines Verfahrens zur Bestimmung des feinsten Mehles anzustellen oder

2. bereit sind, den Apparat Gary-Lindner zu erproben?

3. Welche Änderungen sie in Vorschlag bringen bezüglich der Konstruktion des Apparates und der Darstellung der Ergebnisse?

4. Im Falle der Bejahung der Frage 1; welchen Apparat sie empfehlen, und welche Versuche etwa gemeinsam von allen Ausschußmitgliedern unternommen werden sollen.

Die erhaltenen Auskünfte waren leider zumeist nicht sehr befriedigend.

Herr Lejeune ist im Laufe des Jahres 1908 verstorben. Herr Prof. Mesnager ist der Ansicht, daß noch nicht genug Erfahrungen über den praktischen Wert eines Apparates zur Bestimmung des feinsten Mehles im Portlandzement gesammelt seien, und wünscht weitere Erhebungen, bevor alle Mitglieder der Kommission einen bestimmten Apparat erproben.

Von Herrn Bamber habe ich auf meine Erinnerung keine Antwort erhalten.

Herr Dr. Dyckerhoff und Herr Professor Schüle, Leiter der Eidgenössischen Materialprüfungsanstalt in Zürich, haben noch keine Zeit gefunden, sich mit der Frage zu beschäftigen, letzterer hat aber einen Apparat nach meinen Vorschlägen beschafft.

*) Herr Lejeune ist 1908 verstorben. — Statt seiner ist Herr R. Feret, Direktor des Labor. des Ponts et Chaussées, Boulogne-sur-Mer, im Februar 1909 in die Kommission eingetreten.

Digitized by Google

Herr Mayntz Petersen hat die von ihm bereits vor Jahren begonnenen Versuche mit seinem eigenen Apparat fortgesetzt und berichtet darüber, wie aus dem Anhang ersichtlich ist.

Gegen die von Herrn Mayntz Petersen durchgeführten Versuche wird man einwenden können, daß sie nur ein Sieb, feiner als 5000 Maschen auf 1 cm^2, ersetzen und den Versuchszement nur in zwei Fraktionen (feines und grobes Mehl) trennen, damit aber unter verschiedenen Zementen mit augenscheinlich sehr

Sichtversuche mit Zementen nach Mayntz Petersen.

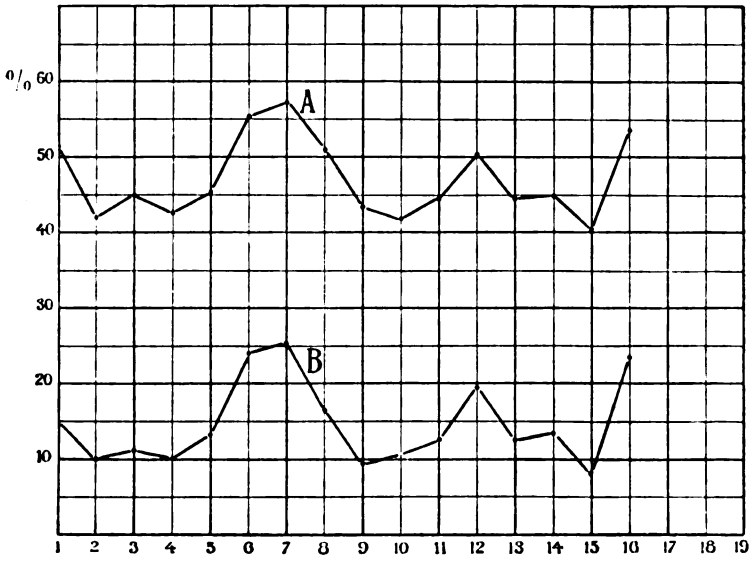


Bild I.

A Windsichtung nach Mayntz Petersen; B 5000 Maschen-Sieb.

verschiedenartiger Körnung nur geringe, gegen die Scheidung durch das 5000 Maschensieb keine Vorteile bietende Unterschiede ergeben.

Nach Tabelle I (siehe Anhang) haben die 16 geprüften Zemente auf 5000 Maschen 8·0 bis 25·0 % Rückstand ergeben, bei der Windsichtung schwanken die Unterschiede zwischen 40·2 und 57·3 %. Wie Bild I erkennen läßt, laufen die Ergebnisse nach beiden Verfahren fast parallel, man gewinnt also nach diesem Windsichtverfahren keine neuen Unterscheidungsmerkmale für den

Digitized by Google

Portlandzement, erkennt vor allem nicht, in welcher Art die feinsten Teile des Zementes unter sich gekörnt sind.

Diesen Mangel vermeidet der von mir empfohlene Windsichter, wie ich bereits in einem Vortrage vor dem Vereine Deutscher Portlandzement-Fabrikanten am 20. Februar 1907 darlegen konnte.

Herr Mayntz Petersen ist dagegen der Ansicht, daß, da das 5000 Maschensieb wegen der Fabrikationsfehler recht unsichere Ergebnisse liefert und so wenig Gries hinterläßt, daß die Siebresultate nur ein unvollkommenes Bild über die Mehlfeinheit geben, sein Apparat einen Fortschritt darstellt und den Bedingungen der Aufgabe: Aufsuchung eines einheitlichen Verfahrens zur Bestimmung des feinsten Mehles im Portlandzement genügt.

Ich gebe nachstehend nochmals kurz Bericht über meinen Apparat, indem ich bemerke, daß neue Versuche inzwischen nicht ausgeführt wurden, weil erst das Urteil der übrigen Herren Mitglieder des Ausschusses 30 abgewartet werden sollte. Daß die Wartezeit nahezu ergebnislos verlaufen würde, war nicht vorauszusehen.

Als im Jahre 1887 die preußischen Normen für Lieferung und Prüfung von Portlandzement die Bedingung aufstellten:

„Portlandzement soll so fein gemahlen sein, daß eine Probe desselben auf einem Sieb von 900 Maschen auf 1 cm^2 höchstens 10 % Rückstand hinterläßt", da mußten noch viele Fabriken ihre Mahl- und Siebapparate verbessern, um dieser Bedingung zu genügen. Bald aber zeigte sich, daß die Zementmüllerei große Fortschritte machte, die meisten Handelszemente hinterließen auf dem 900 Maschen-Sieb nur wenige Perzent und man führte zur besseren Kennzeichnung der Mahlung das Sieb mit 4900 Maschen auf 1 cm^2, das sogenannte 5000 Maschen-Sieb ein. Mit welchen Ungenauigkeiten diese feinen Siebe behaftet sind, habe ich bereits früher nachgewiesen.*)

Inzwischen sind durch Einführung der Griffinmühle, der Rohrmühle, der Windseparation und anderer Apparate der Zementmüllerei völlig neue Bahnen gewiesen, und man kann sagen, daß heute wenige Portlandzemente mehr als 25 v. H. Grieß auf dem

*) Gary: Sand- und Zementsiebe, Mitteilungen aus dem Königl. Materialprüfungsamt 1896, S. 294.

Digitized by Google

5000 Maschen-Sieb hinterlassen. 75% und mehr des Mehles fallen also durch das feinste zur Kennzeichnung der Mahlung angewendete Sieb und entziehen sich damit der Beurteilung.

Nun ist bekannt, daß ein hydraulisches Bindemittel um so wirksamer ist, um so besser ausgenutzt werden kann, je feiner es zerkleinert wird. Die Feinmüllerei begegnet aber technischen Schwierigkeiten und ist kostspielig. Die Fabriken haben deshalb ein Interesse daran, zu zeigen, bis zu welcher Feinheit sie das Feinste mahlen, und die Verbraucher, sich davon zu überzeugen.

Aus diesen Gedanken heraus sind im Königl. Materialprüfungsamt Groß-Lichterfelde Versuche zur Trennung und Darstellung des Siebfeinsten angestellt worden, die nach völliger Ausbildung des Verfahrens zu dem gewünschten Ziele geführt zu haben scheinen.

Der Apparat Gary-Lindner mit dem diese Versuche ausgeführt wurden (Bild II), liefert in wenigen Minuten und ohne umständliche Vorbereitung oder nachträgliche Trocknung der Materialien vier Fraktionen des Mehles, die zwar nicht ausschließlich nach Korngröße gesichtet sind, aber doch untereinander charakteristische Unterscheidungsmerkmale der Zemente bilden.

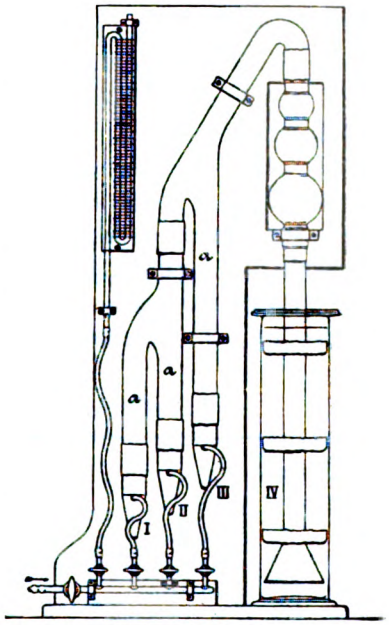


Bild II.
Windsichter nach Gary-Lindner.

Der Apparat besteht aus drei miteinander verbundenen weiten Glasröhren *a*, unten durch Gummistulpen mit einander verbunden, in Glastrichtern endigend, in die bis nahe auf den Boden reichende Glasröhrchen zur Luftzuführung eingeschmolzen sind. In den ersten Trichter I kommen 20 g des zu prüfenden, vorher getrockneten Pulvers, worauf die Preßluft mit einem Druck von 100 mm Wassersäule eingeblasen wird. Glashähne gestatten die Einstellung des

Digitized by Google

Luftdruckes für jeden Trichter; der Durck wird an einem U-Manometer abgelesen. Die Trichter I, II, III gelangen nach einander in Betrieb. In jedem von ihnen bleibt schließlich eine Teilmenge des Pulvers zurück und das feinste verstäubt am Ende der dritten Glasröhre und wird in einem weiten Glasgefäß IV aufgefangen.

Wenn die Preßluft durch Wasserstrahlgebläse erzeugt wird, muß sie vor dem Eintritt in den Trichter — etwa durch Zwischenschalten einer Woulfschen Flasche mit Schwefelsäure — getrocknet werden.

In dem Bericht zur Aufgabe 30, den ich dem Kongreß des Verbandes in Brüssel 1906 vorgelegt habe, sind einige Reihen von Versuchsergebnissen angeführt, die namentlich zwischen Bindemitteln verschiedener Art (Portlandzement und Eisenportlandzement) charakteristische Unterschiede erkennen lassen. Damals war es indessen noch nicht gelungen, die Pulver genügend gleichmäßig auf einem Objektträger zu verteilen, um sie zu photographieren. Das gelingt jetzt ohne Schwierigkeit, wie Bild IV beweist. Die Ergebnisse einiger neuen Versuche sind in den Tabellen B und C enthalten.

Tabelle A. Eigenschaften der zu den Versuchen

Zement Marke	Spezifisches Gewicht des geglühten Zementpulv.	Glühverlust des Zementpulv.	Ein Liter Zement wog		Wasser im reinen Zement		300 g Zement mit der angegebenen Wassermenge angemacht ergaben		Während der Bestimmung der Abbindezeit betrug im Durchschnitt die		
			eingelaufen	eingerüttelt	für sirupartige Beschaffenheit	für die Abbindeprobe	Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung d. Erhärt.	Wärme-Erhöhung beim Abbinden	Wärme der Luft	Wärme des Wassers	Luftfeuchtigkeit
		%	kg	kg	%	%	Std.	C.°	C.°	C.°	%
a	3·218	0·56	1·196	2·015	35	26	6 bis 8 30	2·5	16·0	13·2	75
b	3·242	2·43	1·230	2·005	34·5	25·5	7 15 bis 10 45	0·8	17·0	15·0	59
c	3·110	1·93	1·118	1·857	37·0	28·0	6 15 bis 12	1·7	16·0	13·8	70
d	3·077	7·87	1·035	1·759	33·0	27·0	1 bis 4	1·8	17·8	17·5	80

Digitized by Google

Tabelle A enthält die allgemeinen Eigenschaften von vier zu den Versuchen benutzten Bindemitteln, Tabelle B die Ergebnisse der Prüfung dieser 4 Bindemittel, nämlich dreier Portlandzemente a, b und c und eines Eisenportlandzementes d im Urzustande und Tabelle C die Ergebnisse der Windsichtung desjenigen feinen Mehles dieser Zemente, welches durch das 5000 Maschen-Sieb hindurchgefallen ist.

Bild III gibt die granulometrischen Eigenschaften des Zementes d (eines Eisenportlandzementes) wieder, der im Urzustande auf dem Windsichter geschieden wurde. In dem Bilde unten stehen nebeneinander die 4 Körnungen in erheblicher Vergrößerung. Jedes der von weißen Linien umgebenen Felder stellt $^1/_{16}$ mm² dar. (Bild IV umfaßt 1 mm² Fläche, die in 16 Quadrate geteilt ist in 80facher Vergrößerung.)

In Bild III ist über jedem, eine Körnung darstellenden Felde eine Ordinate = der Menge der betreffenden Körner in Hundertteilen errichtet, so daß der Verlauf der Verbindungslinie der Endpunkte dieser Ordinaten anschaulich die Zusammensetzung des Zementes nach grobem und feinem Korn darstellt.

mit dem Windsichter benutzten Bindemittel.

Raumbeständigkeitsprobe nach den Normen	Siebrückstände auf 5000 Maschen für 1 cm²					1 Gewtl. Zement und 3 Gewtl. Normalsand					
						Wasser in den Mörtelproben	Zugproben Zerreißungsquerschnitt = 5 cm²			Druckproben Gedrückte Fläche = 50 cm²	
							Zugfestigkeit kg/cm²		Raumgewicht nach dem Einschlag.	Druckfestigkeit kg/cm²	Raumgewicht nach dem Einschlag.
	1	2	3	4					G		G
	%	%	%	%	%	%	7 Tg.	28 Tg.	Jm	7 Tg.	28 Tg.	Jm
good	21·6	5·2	3·8	0·8		8·5	23·5	28·1	2 286	280	314	2·239
good	24·0	1·7	1·0	0·2		8·75	13·0	16 6	2·286	88	134	2·231
good	7·9	0·6	0·6	0·2	0·2	8·25	10·0	22·0	2·300	77	174	2 225
good	16·0	0·4	0·2	0·0		8·75	21·9	25·5	2·286	151	182	2·314

Digitized by Google

Tabelle B. Prüfung von vier Zementen im Urzustande.

Zement	Versuchs-Nr.	Zeit in Minuten	Druck in mm		Rückstand in Gefäß Nr g I	II	III	IV
a	1	20	100		7·75	4·47	2·90	4·88
	2	20	100		7·72	4·64	2·30	5·34
	3	20	100		7·80	4·77	2·42	5·01
	Mittel			grs.	7·76	4·63	2·54	5·07
				%	**38 9**	**23·2**	**12·7**	**25·2**
b	1	20	100		9·15	4·12	1·80	4·93
	2	20	100		9·60	3·88	1·92	4·60
	3	20	100		9·74	3·77	1·88	4·61
	Mittel			grs.	9·50	3·92	1·87	4·72
				%	**47·4**	**19·6**	**9·3**	**23·6**
c	1	20	100		6·70	5·28	2·42	5·60
	2	20	100		6·96	5·00	2·18	5·86
	3	20	100		6·82	5·14	2 30	5·74
	Mittel			grs.	6·83	5·14	2·30	5·73
				%	**34 2**	**25·7**	**11·5**	**28·6**
d	1	20	100		8·05	4·07	2·15	5·73
	2	20	100		7·72	4·43	2·05	5·80
	3	20	100		7·80	4·37	1·82	6·01
	Mittel			grs.	7·86	4·29	2·01	5·85
				%	**39·3**	**21·4**	**10·1**	**29·3**

Digitized by Google

Tabelle C. Prüfung des feinsten Mehles von vier Zementen (5000-Maschensieb).

Zement	Versuchs-Nr.	Zeit in Minuten	Druck in mm		Rückstand in Gefäß Nr. g I	II	III	IV
a	1	20	100		3 52	7·20	2·80	6·48
	2	20	100		3·87	7·22	2·99	5 92
	3	20	100		4·25	6·62	2·89	6·24
	Mittel			grs.	3·88	7·01	2·89	6·22
				%	**19·4**	**35·0**	**14·5**	**31·1**
b	1	20	100		4·57	7·20	2·52	5·71
	2	20	100		4·93	7·15	2·61	5·31
	3	20	100		4·64	7·07	2·38	5·91
	Mittel			grs.	4·71	7·14	2·50	5·60
				%	**23·6**	**35·7**	**12·5**	**28·2**
c	1	20	100		3·03	7·95	2 44	6·58
	2	20	100		3·18	7·75	2·65	6·42
	3	20	100		3·10	7·86	2·48	6·56
	Mittel			grs.	3·10	7·85	2 52	6·52
				%	**15·5**	**39·3**	**12·6**	**32·6**
d	1	20	100		4·37	6·68	2·35	6 60
	2	20	100		4·35	6·58	2·42	6·65
	3	20	100		4·95	6·10	2 42	6·53
	Mittel			grs.	4·56	6·45	2·40	6·59
				%	**22·8**	**32·7**	**12 0**	**32 9**

Digitized by Google

Oben rechts in der Ecke ist in Bild III das Ergebnis der Siebung des Zementes auf 5000 (1), 900 (2), 600 (3) und 324 (4) Maschen aufgetragen. Hier stellen die Ordinaten die Mengen der Rückstände auf den betreffenden Sieben dar.

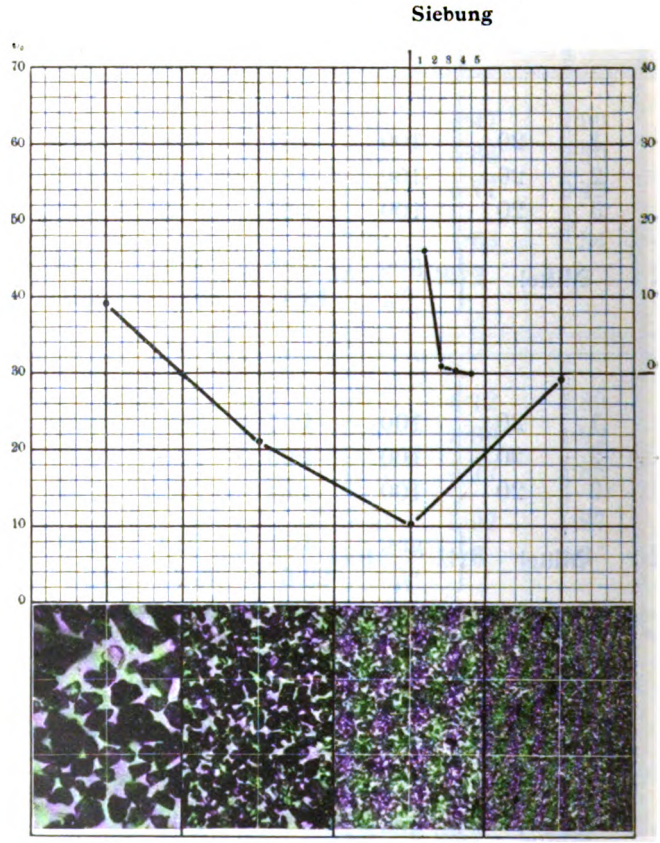


Bild III.

Bemerkungen: Unter „Siebung" bedeutet 1 das Sieb mit 5000 Maschen auf 1 cm,
„ „ „ 2 „ „ „ 900 „ „ „
„ „ „ 3 „ „ „ 600 „ „ „
„ „ „ 4 „ „ „ 324 „ „ „
„ „ „ 5 „ „ „ 120 „ „ „

Die über den Bildern aufgetragenen Ordinaten geben die Menge der jedem Bilde entsprechenden Körner der 4 auf dem Windsichter geschiedenen Fraktionen des Zementes im Urzustande an.

Die Ordinaten der kleinen Kurven oben rechts kennzeichnen die Menge der Rückstände zwischen je 2 Sieben.

Digitized by Google

Wesentlich andere Ergebnisse findet man, wenn man den Zement auf 5000 Maschen absiebt und nun das durch das Sieb gefallene Feinste im Windsichter bearbeitet (Bild V).

Ein Zement würde die für die Ausnutzung der Bindekraft der einzelnen Körner günstigste Mahlung aufweisen, wenn die Verbindungslinie der Ordinaten einen von links nach rechts aufsteigenden Ast darstellen würde, oder wenn diese Linie horizontal verliefe.

Man erkennt, daß man auf diese Weise ein ziemlich genaues Bild von der granulometrischen Zusammensetzung eines Zementes

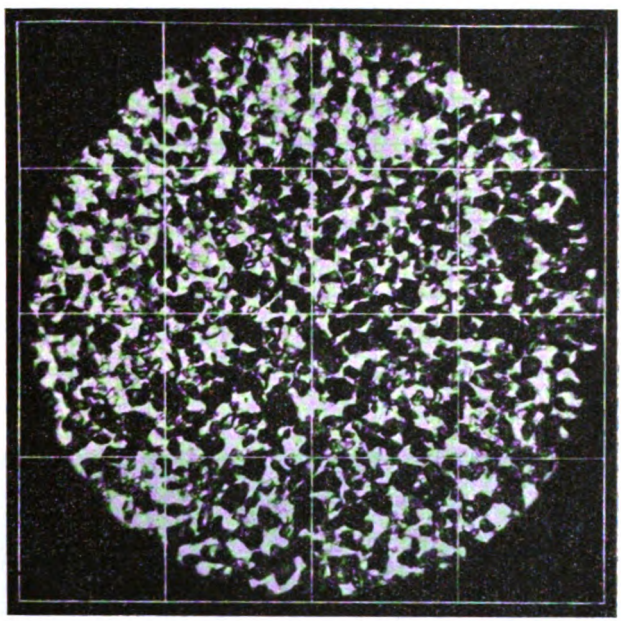


Bild IV. 1 mm² Eisenportland-Zementstaub in 80facher Vergrößerung.

gewinnen kann und daß es vielleicht auch möglich ist, unter Zugrundelegung ein und desselben Materiales die Wirkungsweise verschiedener Mahlapparate zur bildlichen Darstellung zu bringen.

Schließlich bietet noch die chemische Analyse, angewendet auf die vier Fraktionen, ein Mittel zur Erkennung von Fremdkörpern im Zement.

Untersuchungen der geschilderten Art können mit dem Windsichter jetzt im Materialprüfungsamt Groß-Lichterfelde West auf Antrag und gegen mäßige Gebühr ausgeführt werden.

Digitized by Google

Es ist nicht daran zu zweifeln, daß Fabrikanten und Verbraucher, sobald erst der große Vorteil des neuen Verfahrens erkannt sein wird, ausgiebig davon Gebrauch machen werden.

Man wird es im übrigen der Entscheidung der Kommission oder des Kongresses überlassen müssen, welchem Verfahren und Apparat sie den Vorzug geben wollen, dem etwas einfacheren

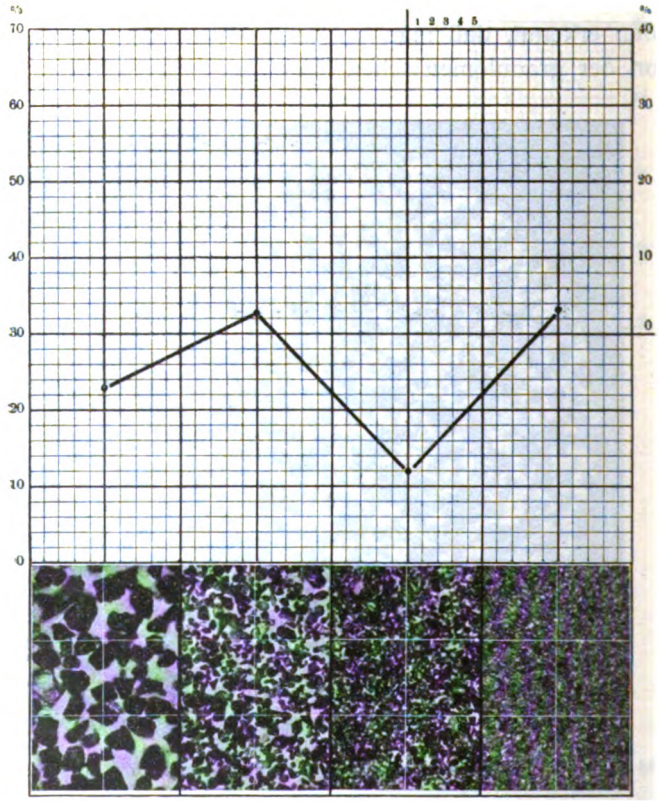


Bild V.

Eisenportland-Zement 0 vom Hundert auf 5000 Maschen.

Apparat Mayntz Petersen, der bei einem Versuch das Mehl in zwei Teile, oder den Apparat Gary Lindner, der es in vier Teile zerlegt. Beide Apparate sind brauchbar. Der letztere ist von dem Chemischen Laboratorium für Tonindustrie, Berlin NW. Dreysestraße 4 oder der Firma C. Richter, Berlin N., Johannesstraße 14/15 zu beziehen.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

X8

AUFSUCHUNG EINES MÖGLICHST EINFACHEN VERFAHRENS ZUR BESTIMMUNG DES FEINSTEN MEHLES IM PORTLAND-ZEMENT AUF DEM WEGE DER SCHLÄMMUNG ODER WINDSICHTUNG.

Anhang zum Kommissionsbericht Nr. 30 des Prof. M. Gary von **P. Mayntz Petersen**, Kopenhagen.

Die für die Kommission 30 des „Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik" im Jahre 1903 angefangenen Versuche zur Bestimmung des feinsten Mehles im Portlandzement, über welche schon dem Brüsseler Kongreß ein vorläufiger Bericht zugestellt wurde, sind nun abgeschlossen. „Der Verein skandinavischer Portlandzement-Fabrikanten" hat mit großer Bereitwilligkeit die mit den Versuchen verbundenen Unkosten auf sich genommen.

Zu den Versuchen wurde ein Luftstrom benutzt, da angenommen wurde, daß die Anwendung von Flüssigkeiten nicht zweckmäßig sein würde. Wasser kann zur Schlämmung von Zement nicht benutzt werden, und andere Flüssigkeiten, die den Zement nicht angreifen, würden die Schlämmung recht kostspielig machen. Es wurde deshalb vorgezogen, mit Luft zu schlämmen und zur Schlämmung einen Apparat ähnlicher Form wie Schönes Schlämmtrichter zu benutzen. Da wegen der leichteren Beweglichkeit der Luft stoßähnliche Änderungen des Luftstromes vorausgesehen wurden, mußte der zylindrische Teil des Trichters bedeutend länger als bei Schönes Schlämmtrichter gewählt werden, damit bei den erwähnten Stößen der Zement nicht aus dem Trichter geschleudert wird.

Digitized by Google

Zuerst wurden Versuche mit einem Trichter unternommen, dessen zylindrischer Teil etwa 30 cm Länge und etwa 10 cm Durchmesser hatte.

Der Schlämmtrichter wurde durch einen Gummischlauch mit der Leitung eines Zentrifugalgebläses in Verbindung gebracht. In die Gebläseleitung war außerdem durch eine Nebenröhre ein Druckmesser eingeschoben, so daß man gleichbleibende Geschwindigkeit der Luft bei den verschiedenen Versuchen feststellen konnte.

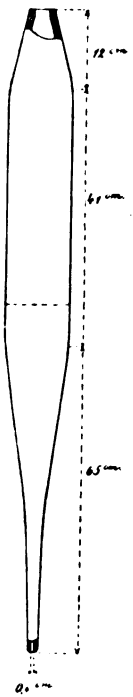


Bild 1.

Mit diesem Schlämmtrichter wurden eine Anzahl Vorversuche in folgender Weise angestellt. Der Trichter wurde mit der Gebläseleitung in Verbindung gebracht, das Windventil geöffnet und darauf durch einen kleinen Kupfertrichter 5 g Zement in den Glastrichter gefüllt. Eine größere Menge Zement ließ sich nicht anwenden, da dann die unterste Öffnung des Schlämmtrichters sich verstopfte.

Bei Beendigung des Versuches wurde der Wind abgesperrt, der Rest aus dem Schlämmtrichter genommen und gewogen. Diese Vorversuche sind im Berichte zum Brüsseler Kongreß näher beschrieben.

Da die Form des Schlämmtrichters etwas zu wünschen übrig ließ, indem dessen unterster Teil nicht konisch war, sondern unterhalb des zylindrischen Teiles sich ziemlich plötzlich verjüngte, wurde ein anderer Trichter in einer besser passenden Form beschafft. Dieser ist in Bild 1 dargestellt.

Die Versuche mit diesem Trichter wurden in der gleichen Weise ausgeführt, wie die mit dem früher erwähnten. Zunächst wurde untersucht, wie lange Zeit die Schlämmung dauern müßte, bis kein Staub mehr fortgeführt wird. Da sich herausstellte, daß nach Verlauf von 15 Minuten die Menge des im Trichter zurückgebliebenen nicht merklich mehr abnahm, ist, bei allen weiteren Versuchen 15 Minuten Schlämmzeit angewandt worden. Will man sich überzeugen, daß nichts mehr fortgeführt wird, so hält man eine Glühlampe hinter den Trichter; man kann dann selbst kleine Mengen Staub in dem Luftstrom erkennen.

Digitized by Google

Eine mikroskopische Untersuchung ergab die Grenze der Korngröße zwischen dem Rest im Schlämmtrichter und dem fortgeschlämmten Pulver bei etwa 0·03 mm kleinstem Durchmesser.

Mit demselben Schlämmtrichter sind schließlich Schlämmversuche an 16 verschiedenen Zementen gemacht worden, die aus laufenden Zementuntersuchungen der Staatsprüfungsanstalt herrühren. Mit jedem Zement wurden mindestens 2 Versuche angestellt; die Ergebnisse enthält Tabelle I (s. S. 4).

Aus den Zahlen in Tabelle I ersieht man, daß die verschiedenen Versuche mit demselben Zement recht übereinstimmende Resultate ergeben haben. Wenn sich bei einigen Versuchen, z. B. bei Nr. 1, 2, 3 und 16, ein etwas größerer Unterschied zeigt, liegt der Grund wahrscheinlich nicht in Unregelmäßigkeiten des Verfahrens, sondern darin, daß wirklich ein Unterschied zwischen beiden Proben vorhanden war. Es wurde nämlich bei den Versuchen die Beobachtung gemacht, daß, wenn vor der Schlämmung der Zement, aus dem die Proben genommen werden, besonders sorgfältig gemischt wird, zwei verschiedene Schlämmungen Resultate ergeben, die fast genau übereinstimmen.

Bild 2.

Von der Versuchsnummer 4 an ist der Zement auf andere Weise in den Schlämmtrichter gebracht worden, als es bisher der Fall war. Der Zement wurde in dem auf Bild 2 dargestellten kleinen zylindrischen Metallbehälter abgewogen, an dem darauf die aus dem Bilde ersichtlichen dünnen Metalldrähte angebracht wurden. Nachdem der Wind alsdann eingestellt war, wurde der Behälter durch die oberste Öffnung in den Schlämmtrichter herabgelassen und mit Hilfe der Metalldrähte so lange gedreht, bis der Zement herausfiel. Der Behälter wurde nach völliger Entleerung möglichst schnell durch die Öffnung in die Höhe gezogen, so daß sich an der obersten Öffnung des Schlämmtrichters kein Zementstaub in dem Luftstrahl zeigte, bevor der Behälter aus dem Trichter heraus war.

Bei mehreren von den in Tabelle I angeführten Versuchen sind der im Schlämmtrichter verbliebene Rest sowie Proben des Staubes mikroskopisch untersucht worden, um zu kontrollieren,

Digitized by Google

Tabelle I.

Versuchs-Nummer	Gewicht des zur Schlämmung benützten Zementes	Dauer der Schlämmung	Rest im Schlämmtrichter		Rest auf einem Siebe mit 5000 Maschen auf 1 cm²	
	g	Minuten	g	%	g	%
1 a	5·000	15	2·606	52·1	0·759	15·2
1 b			2·536	50·7	0·733	14·7
2 a	5·000	15	2·070	41·4	0·558	11·2
2 b			2·131	42·6	0·546	10·9
3 a	5·000	15	2·214	44·3	0·543	10·9
3 b			2·282	45·6	0·573	11·5
4 a	5·000	15	2·132	42·6	0·506	10·1
4 b			2·144	42·9	0·513	10·3
4 c			2·108	42·2	0·511	10·2
5 a	5·000	15	2·286	45·7	0·627	12·5
5 b			2·238	44·8	0·696	13·9
6 a	5·000	15	2·789	55·8	1·200	24·0
6 b			2·756	55·1	1·218	24·4
7 a	5·000	15	2·850	57·0	1·284	25·7
7 b			2·879	57·6	1·264	25·3
8 a	5·000	15	2·554	51·1	0·839	16·8
8 b			2·539	50·8	0·834	16·7
9 a	5·000	15	2·167	43·3	0·472	9·4
9 b			2·176	43·5	0·462	9·2
10 a	5·000	15	2·114	42·3	0·569	11·4
10 b			2·087	41·7	0·518	10·4
11 a	5·000	15	2·229	44·6	0·640	12·8
11 b			2·237	44·7	0·626	12·5
12 a	5·000	15	2·525	50·5	0·990	19·8
12 b			2·520	50·4	0·990	19·8
13 a	5·000	15	2·223	44·5	0·635	12·7
13 b			2·206	44·1	0·610	12·2
14 a	5·000	15	2·250	45·0	0·669	13·4
14 b			2·251	45·0	0·670	13·4
15 a	5·000	15	2·013	40·3	0·398	8·0
15 b			2·012	40·2	0·398	8·0
16 a	5·000	15	2·726	54·5	1·178	23·6
16 b			2·640	52·8	1·178	23·6

Digitized by Google

ob der Rest von allen Körnern mit weniger als 0·03 mm Durchmesser befreit war, sowie daß in dem fortgeblasenen Staube sich Körner mit einem Durchmesser von über 0·03 mm nicht fanden. Es zeigte sich, daß nur unbedeutende Mengen von Körnern bei der Schlämmung nicht richtig sortiert waren.

Das notwendige Material zu diesen sowie zu den früher erwähnten mikroskopischen Untersuchungen des Staubes wurde gewonnen, indem man ein Stück Filtrierpapier über die oberste Öffnung des Schlämmtrichters hielt; auf demselben setzte sich stets eine zur Untersuchung ausreichende Menge ab. Da diese Art der Gewinnung des Materials keine völlige Gewähr dafür gab, daß nicht gleichzeitig mit den feineren Partikeln Körner mit einem Durchmesser von über 0·03 mm von dem Luftstrom mitgerissen wurden, ist folgender Kontrollversuch ausgeführt worden.

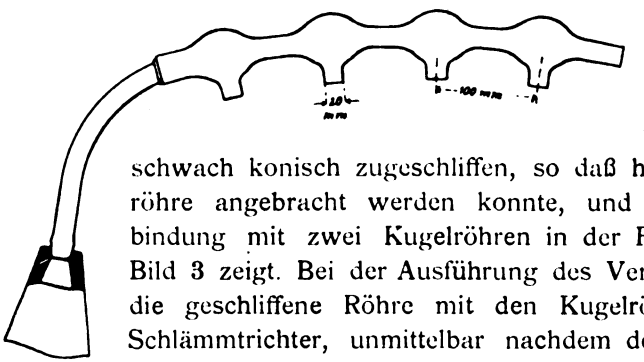


Bild 3.

Die Öffnung an dem obersten Ende des Schlämmtrichters wurde schwach konisch zugeschliffen, so daß hier eine Glasröhre angebracht werden konnte, und zwar in Verbindung mit zwei Kugelröhren in der Form, wie sie Bild 3 zeigt. Bei der Ausführung des Versuches wurde die geschliffene Röhre mit den Kugelröhren an dem Schlämmtrichter, unmittelbar nachdem der Zement in diesen eingefüllt war, angebracht. Nach Beendigung des Versuches wurde das Pulver, das sich in den verschiedenen Ausweitungen der Kugelröhren angesammelt hatte, herausgenommen und getrennt mikroskopisch untersucht.

Es stellte sich heraus, daß das in den Kugelröhren aufgefangene Pulver, selbst das in der dem Schlämmtrichter nächsten Ausweitung angesammelte, nur ganz vereinzelte Körner mit mehr als 0·03 mm Durchmesser enthielt, wie es aus den Bildern 4 und 5 (Seite 6) gesehen werden kann.

Bild 4 stellt eine Mikrophotographie des Pulvers dar, das in der dem Schlämmtrichter zunächst befindlichen Ausweitung der Kugelröhre gesammelt wurde. Zum Vergleiche sind in derselben Vergrößerung zwei Mikrophotographien von Präparaten der bei dem Versuche Nr. 1 in dem Schlämmtrichter zurückgebliebenen

Digitized by Google

Teile gemacht worden, und zwar einesteils desjenigen feineren Pulvers, welches bei der Siebung das Sieb mit 5000 Maschen

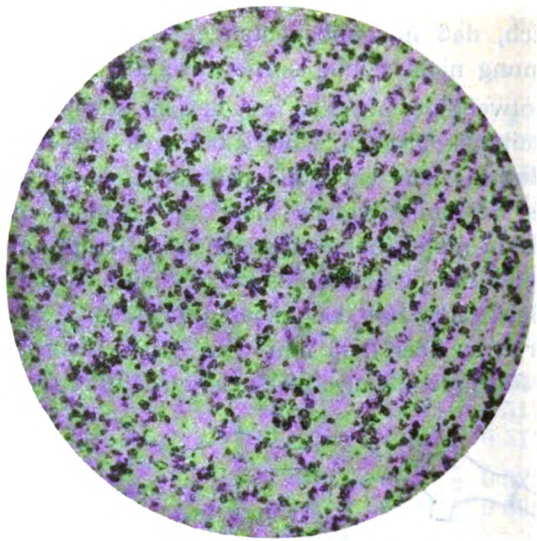


Bild 4.

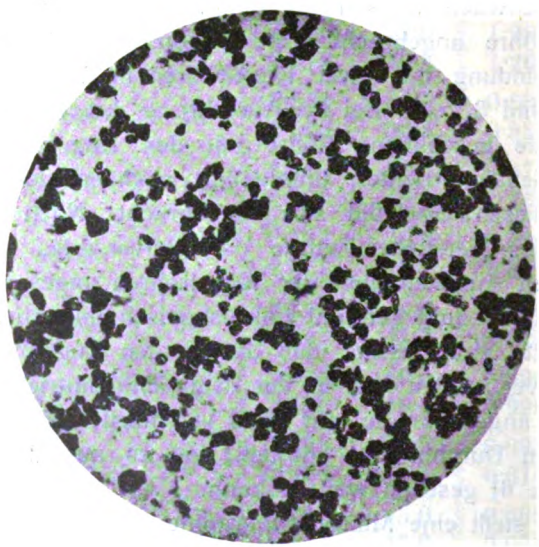


Bild 5.

auf 1 cm^2 passierte (siehe Bild 5), andernteils des auf genanntem Siebe zurückgebliebenen Restes (Bild 6).

Digitized by Google

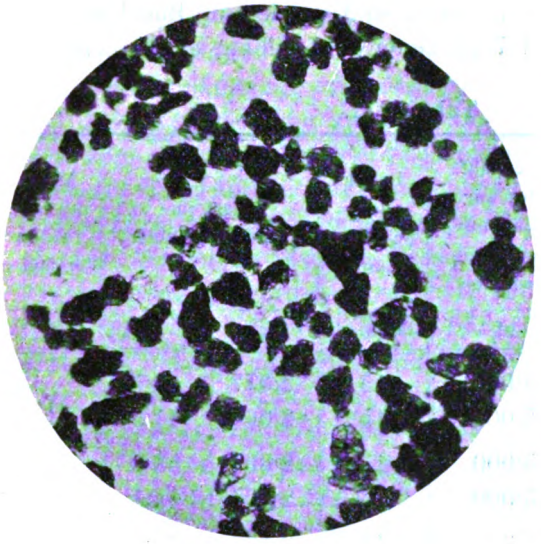


Bild 6.

Nach Ausführung der obenerwähnten Versuche sind am Apparat verschiedene Änderungen vorgenommen worden. Bild 7 zeigt das Schema des Apparates in seiner abgeänderten Form. Die Luft tritt bei *a* hinein, geht durch das Hahnstück *h*, den Gummischlauch *d*, das gebogene Glasrohr *e* und den Gummischlauch *f* in den Trichter *T* hinauf, wo die Schlämmung stattfindet. Das Hahnstück steht am Seitenrohr *g* mit dem Hahn *c* in Verbindung mit dem Druckmesser *m*. Die Durchschnitte in den Hähnen *b* und *c* haben denselben Durchmesser wie die Lichtöffnung in den entsprechenden Glasröhren, damit die Luft keinem Widerstand begegne. Mittels des Hahnes *b* kann man sicher und schnell den Luftstrom abschließen, wenn der Rest nach der Schlämmung aus dem Trichter herausgenommen werden soll. Im Druckmesser ist Terpentinöl angebracht, welches hinlänglich leicht beweglich ist.

Bild 7.

Wie bereits erwähnt, wird der für die Versuche nötige Luftstrom mittels eines Zentrifugalgebläses hervorgebracht, welches durch einen Gummischlauch mit dem Hahnstück *h* in Verbindung gesetzt wird. Unmittelbar vor dem Gummischlauch ist ein Schubventil eingeschaltet, wodurch es ermöglicht wird, den Luftstrom zu regulieren, damit man im Druckmesser immer dieselbe Druckhöhe erlange.

In der folgenden Tabelle II ist das Resultat von Schlämmversuchen mit 6 verschiedenen

Digitized by Google

Zementen dargestellt; die Versuche sind mit dem im Bild 1 gezeigten Trichter, in der in Bild 7 gezeigten Aufstellung angebracht, vorgenommen.

Tabelle II.

Zement Nr.	Druckhöhe im Druckmesser	Gewicht des zur Schlämmung benützten Zementes	Dauer der Schlämmung	Rest im Schlämmtrichter		Mittel aus den beiden Versuchen
	cm	g	Minuten	g	%	%
2099	7·3	5·000	15	2·077	41·5	41·4
	7·2	5·000	15	2·066	41·3	
2102	7·3	5·000	15	2·697	53·9	54·0
	7·4	5·000	15	2·704	54·1	
2103	7·2	5·000	15	2·468	49·4	49·5
	7·3	5·000	15	2·482	49·6	
2106	7·4	5·000	15	2·246	44·9	44·8
	7·2	5·000	15	2·231	44·6	
2117	7·4	5 000	15	2·372	47·4	47·5
	7·4	5·000	15	2·373	47·5	
2119	7·2	5·000	15	2·401	48·0	47·9
	7·3	5·000	15	2·388	47·8	

Die übrigen Eigenschaften des Zementes sind aus Tabelle III ersichtlich.

Tabelle III.

Zement Nr.	Abbindezeit	Rest auf einem Sieb mit			Festigkeit in kg per cm² der Probekörper von 1 Zement + 3 Normalsand nach					
		900	2500	5000	3 Tagen		7 Tagen		28 Tagen	
	Stunden	Maschen per cm²			Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck
2099	6¾	0·4	8·3	11·1	16·9	133	21·0	206	26·4	333
2102	7½	2·3	20·2	25·8	16·2	106	18·7	206	24·9	318
2103	11	2·5	16 1	19 8	4·2	41	6·9	68	17·8	158
2106	7¾	0·2	7·5	12·7	17·7	145	28·1	284	33·8	497
2117	7	0·5	11·2	16·3	16·1	111	21·2	202	26·1	318
2119	6¼	0·6	13·5	17·5	12·3	96	13·8	135	16·8	209

Digitized by Google

Bei den bisher erwähnten Versuchen hatte es sich erwiesen, daß man bei der Schlämmung übereinstimmende Resultate erreichte, wenn die Schlämmung mit demselben Zement wiederholt wurde, und daß die Scheidung zwischen den weggeschlämmten Teilchen und dem Rest im Trichter bei einer bestimmten Körnergröße stattfand. Es erübrigte nunmehr zu untersuchen, ob es sich einigermaßen leicht tun ließe, verschiedene Trichter so zu justieren, daß sie mit demselben Zement dasselbe Resultat gäben. Für diese Untersuchungen wurden 3 neue Trichter angeschafft; sie sind unten mit den Nummern II—IV bezeichnet, während der früher erwähnte Trichter mit Nr. I bezeichnet ist.

So weit es sich tun ließ, wurden die Trichter II—IV mit derselben Form und Dimension wie I hergestellt, und ihre obere Öffnung wurde in der Weise geschliffen, daß ihr Durchmesser derselbe wie derjenige des Trichters I wurde, das heißt etwa 22 mm.

Nachher wurde das untere Ende in eine Spitze hinausgezogen und durch Abbrechen, bezw. Abschleifen von Material dieser Spitze gelang es ohne besondere Mühe, die 3 Trichter so einzustellen, daß sie dasselbe Resultat wie der Trichter I gaben.

Tabelle IV.

Trichter Nr.	Druckhöhe im Druckmesser	Gewicht des zur Schlämmung benützten Zementes	Dauer der Schlämmung	Rest im Schlämmtrichter		Mittel aus den beiden Versuchen
	cm	g	Minuten	g	%	%
I	7·2	5·000	15	2·314	46·3	46·3
	7·3	5·000	15	2·315	46·3	
II	5·3	5·000	15	2·333	46·7	46·2
	5·3	5·000	15	2·278	45·6	
III	5·5	5·000	15	2·304	46·1	46·2
	5·5	5·000	15	2·314	46·3	
IV	5·2	5·000	15	2·312	46·2	46·2
	5·1	5·000	15	2·312	46·2	

Digitized by Google

Tabelle IV enthält die Ergebnisse von Schlämmversuchen mit demselben Zement sowohl im Trichter I als in den Trichtern II—IV nach vorgenommener Justierung.

Aus diesen Versuchen ist ersichtlich, daß es möglich ist, verschiedene Trichter so zu justieren, daß sie dasselbe Resultat wie ein einzelner Normaltrichter geben.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

X9

GRUNDLAGEN FÜR EINHEITLICHE GIPSPRÜFUNG.

Mitteilung zur Aufgabe Nr. 40 von **M. Gary** in Groß-Lichterfelde und **R. Feret** in Boulogne-sur-mer.

Die meisten mechanischen Prüfungen, mittelst deren man versucht hat, die Güte der verschiedenen Sorten von Baugips zu bewerten, haben bis jetzt abweichende Ergebnisse geliefert. Diese Abweichungen können zum Teil auf störende Einflüsse der Versuchsverfahren, zum Teil auf die Ungleichmäßigkeit der Proben zurückgeführt werden.

Vielleicht wird man, wenn man die physikalischen und chemischen Eigenschaften des schwefelsauren Kalkes in seinen verschiedenen Zuständen, Anhydrite und Hydrate, besser kennt, in der mikroskopischen und chemischen Erforschung des Gipses ein sichereres und genaueres Mittel zur Unterscheidung finden.

Wie dem auch sein mag, sind die Berichterstatter der Ansicht, daß wenigstens zurzeit die Erforschung des Gipses und seiner Prüfungsverfahren noch nicht weit genug gediehen ist, um mit Erfolg in die Regelung der Prüfungsverfahren eintreten zu können.

Sie sind daher zu dem Beschluß gekommen, vorzuschlagen, die Frage auf einen späteren Kongreß zu vertagen.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

X10

PRÜFUNG DER PUZZOLANE AUF IHREN MÖRTELTECHNISCHEN WERT.

Vom Präsidenten der Kommission 11, **G. Herfeldt** in Andernach a/Rh.

Die Kommission für das Studium der vom Züricher Kongreß (1895) gestellten Aufgabe zur Bearbeitung von Vorschlägen, in welcher Weise die Puzzolane auf ihren mörteltechnischen Wert geprüft werden sollen, hat folgende Zusammensetzung:

Obmann: *Herfeldt, G.,* Traßgrubenbesitzer, Andernach.

Stellvertreter: *Segré, C.,* ingénieur, directeur de l'Institut expérimental des chemins de fer de l'Etat, Rome.

Mitglieder: *Camerman, E.,* ingénieur-chimiste de l'administr. des chemins de fer de l'Etat Belge, Bruxelles.

Van Bogaert, C., ingénieur principal des chemins de fer de l'Etat Belge, Anvers.

Gary, M., Ingenieur, Abteilungsvorsteher des kgl. Materialprüfungsamtes, Groß-Lichterfelde.

Michaëlis, W., Dr., Cement-Techniker, Berlin.

Wagner, P., Ingenieur, Köln a. Rh.

Mesnager, A., professeur à l'Ecole des ponts et chaussées, ingénieur en chef des ponts et chaussées, Paris.

Feret, R., chef du laboratoire des ponts et chaussées, Boulogne-sur-mer (Pas de Calais).

Kaptein, A. P. M., Abteilungsvorstand bei den niederländischen Staatseisenbahnen, Utrecht.

van der Kloes, J. A., Professor der technischen Hochschule, Haag.

Arlorio, A., Colonello nel R⁰ Genio Militare, Direttore della Academia Militare, Torino.

Digitized by Google

Canevazzi, S., professeur à l'Ecole royale d'application pour les ingénieurs, Bologna.

Cattaneo, U., ing., Capo Divisione delle ferrovie dello Stato presso l'Instituto sperimentale, Roma.

Ceradini, professeur de l'Ecole polytechnique, Rome.

Giambruni, ingénieur, génie civil, Naples.

Giorgis, G., Dr., professeur de chimie, Ecole royale d'application pour les ingénieurs, Rome.

Guidi, C., ingénieur, professeur, directeur du cabinet des constructions de l'Ecole polytechnique, Turin.

Rebuffat, O., Dr., professeur de chimie, Ecole royale des ingénieurs, Naples.

Greil, A., Baurat, Vorstand der städtischen Materialprüfungsstation, Wien.

Hillinger, H., Hofrat i. P., Wien.

Bogdanoff, N., ingénieur civil, adjoint du Labor. méc. de l'Institut Imp. des ing. des voies de comm., St. Pétersbourg.

Konossewitsch, F., ingénieur des voies de comm., Labor. méc., St. Pétersbourg.

Lundteigen, A., chemist, Union City, Mich.

Der IV. Kongreß in Brüssel hat unter Würdigung des ihm vom Präsidenten der Kommission vorgelegten Berichtes und eines Anhanges von Herrn R. Feret beschlossen, die Aufgabe der Kommission zur Vornahme weiterer Versuche zuzuweisen.

Der Präsident hat daher folgendes Rundschreiben an die Kommissionsmitglieder erlassen:

Andernach a/Rh., den 11. April 1908.

Hochgeehrter Herr!

Im Hinblick darauf, daß nach dem so lange angehaltenen Winter nun endlich mit dem Frühling auch günstigeres Wetter eingetreten ist, halte ich es für angezeigt, nunmehr der weiteren Prüfung unserer Aufgabe wieder näherzutreten.

Ich lade deshalb die verehrlichen Mitglieder hiermit ein, sich an folgenden, unten näher beschriebenen weiteren Versuchen zu beteiligen, um auf diese Weise vielleicht noch zu dem im Jahre 1909 in Kopenhagen stattfindenden Kongresse geeignete Unterlagen zur ferneren Beschlußfassung in der Lösung unserer Aufgabe zu erhalten. Bekanntlich wurde auf dem letzten Kongresse in Brüssel, in An-

Digitized by Google

betracht der grundsätzlichen Verschiedenheit in den Meinungen der einzelnen Kommissionsmitglieder, die Behandlung geeigneter Prüfungsmethoden der Puzzolane bestimmt, daß die Aufgabe dem Ausschusse abermals zu übertragen sei, welcher weitere Versuche vorzunehmen hätte.

Ich möchte in meinen folgenden Darlegungen noch kurz die prägnantesten Punkte in den Ergebnissen unserer bisherigen Arbeiten hervorheben. Vorab war es die Frage des Kalkes, die uns beschäftigte und neigte sich ein Teil der Meinungen für die Anwendung als Kalkbrei, bezw. Kalkteig, während der andere Teil für solche in Pulverform war.

Meine Vorschläge gehen nun dahin, endgültig die Anwendung von Kalkbrei zu normieren, weil darin eine erheblich größere Sicherheit in dem Hauptpunkte, nämlich der Kalklöschung zu erblicken ist. Natürlich ist es auch jedem der Herren Mitglieder überlassen, die Versuche mit Fettkalk, zu Pulver gelöscht, auszuführen. Wenn mehrere Mitglieder dies vorziehen, so wird es sich am deutlichsten zeigen, welche Kalksorte die regelmäßigsten Resultate liefert. Bei Angabe der Resultate bitte anzugeben, wie und wie lange vor der Verwendung der Kalk zu Pulver gelöscht wurde.

Über die Prozedur des Kalklöschens seien dann am zweckmäßigsten besondere Vorschriften auszuarbeiten. Die wesentlichsten dabei zu beobachtenden Faktoren sind zum ersten die Festsetzung eines Kalkes, der mindestens einen Gehalt von 96% CaO hat. Bei der Löschung dürften nur vorzüglich gebrannte Stücke von höchstmöglichster Reinheit ausgewählt werden. Auf solche Weise könnte dann jedes Land bestimmte Bedingungen für einen sogenannten Normalkalk festsetzen.

Die Aufbewahrung des Kalkteiges, was ebenso einen sehr wesentlichen Punkt in der Kalkfrage bedeutet, hätte z. B. in einer eigens dafür vorgesehenen Grube zu erfolgen und könnte man sich in dieser Beziehung wohl ganz an die von dem deutschen Verbande beschlossenen Vorschriften anschließen. Diese gingen bekanntlich dahin, daß das Löschwasser über dem Kalk einige Zeit steht und daß von der Kalkmilch nur die obersten $^3/_4$ in die Grube abgelassen werden, so daß die schwerer zu löschenden Teile in der Pfanne zurückbleiben. Die Kalkmilch wird dann in eine zweiteilig gemauerte Grube abgelassen, von der die eine Hälfte stets

Digitized by Google

gefüllt und verschlossen gehalten wird, während aus der anderen Hälfte der Normalkalk in luftdicht verschlossenen Gefäßen von zwei noch näher zu bestimmenden Grössen in den Handel kommt.

In zweiter Linie ist dann der Grad der Mahlfeinheit der Puzzolane Gegenstand besonderer Betrachtungen und bereits ausgeführter Versuche gewesen. Hier neige ich zu der Ansicht, wie ich dies auch in meinem Kommissionsbericht vom Jahre 1906 auf Seite 31 hervorgehoben habe, als Feinheit eine solche mit 30% — höchstens aber 20% Rückstand auf dem 900-Maschensiebe vorzusehen. Eine weitere Verfeinerung namentlich der rheinischen Puzzolane (des Trasses) hat deswegen keinen Zweck, weil dann nur mehr steinige Restteilchen weiter verfeinert werden, die nur eine rein mechanische, aber keine chemische Einwirkung auf das Mörtelgemisch haben, worauf es doch für die mörteltechnische Prüfung im wesentlichen ankommt.

Die Zusammensetzung des Sandes ist, wie ich ebenfalls an der vorbezeichneten Stelle an meinem früheren Bericht erklärte, nach den Vorschlägen von Herrn R. Feret eine sehr vorteilhafte und der Praxis nahekommende. Diese Zusammensetzung nach Feret besteht bekanntlich auf folgender Einteilung und zwar sollen gleiche Gewichtsteile der folgenden drei Größen angenommen werden:

Ich habe deshalb in den von mir jetzt vorzuschlagenden Versuchen die vorerwähnten Leitpunkte berücksichtigt und glaube, wenn die Ergebnisse oder wenigstens ein Teil derselben vorliegt, daß wir in der endgültigen Beschlußfassung unserer Frage einen Schritt weitergekommen sind. Ich bemerke noch, daß ich allen denjenigen Herren, welche sich an den Untersuchungen beteiligen wollen, sofort auf ihren Wunsch das erforderliche Quantum Trass zur Verfügung stellen würde und bitte ich zusagenden Falles um einen dementsprechenden Bescheid innerhalb acht Tagen.

Prüfungen.

Die Prüfungen sollen sich erstrecken auf:

1. Abbindungsversuche (Nadelproben) in den Mischungsverhältnissen nach Gewichtsteilen:

2 Gewichtsteile Trass,
1 „ Kalkpulver.
3 „ Trass,
1 „ Kalkpulver.

Digitized by Google

2. Festigkeitsversuche. Mischung nach Gewichtsteilen:

1 Gewichtsteil Trass,
1½ „ Kalkteig,
3 „ Sand nach Feret.

Ferner in der Mischung:

1 Gewichtsteil Trass,
2 „ Kalkteig,
6 „ Sand nach Feret.

Während für die Nadelproben (Abbindeversuche) das Wasser für Normalkonsistenz zuzusetzen ist, sollen für die Zug- und Druckproben (Festigkeitsversuche) alle Mischungen zuerst in Normalkonsistenz und dann auch vollständig plastisch, wie dies Herr Feret wünschte, angestellt werden. Ich habe für die Nadelproben deshalb Kalkpulver in Vorschlag gebracht, weil dafür nur geringe Mörtelmengen angerührt werden und diese sich deshalb mit Kalkteig schwieriger innig vermischt, herstellen lassen.

Bei den Zug- und Druckproben aber schlug ich Kalkteig (nur aus Fett- [Weiß-] Kalk gewonnen) vor, um hier insbesondere auch die Wirkung eines reinen Kalkes kennen zu lernen. Sämtliche Mischungen sollen dann — dies gilt auch für die Nadelproben — mit dem Trasse in der Feinheit mit 30% und mit nur 20% auf dem 900-Maschensiebe hergestellt werden.

Die Herren Kommissionsmitglieder, welche sich also mit an den Versuchen beteiligen, müssen sich diese Feinheitsgrade durch entsprechende granulometrische Zusammensetzung der erforderlichen Mengen präparieren. Im übrigen soll die Herstellungsweise genau nach den bisher bestehenden Normen erfolgen. Insbesondere wäre auch bei den bekanntermaßen großen Einflüssen der Anfangstemperatur des Erhärtungswassers sorgfältigst darauf zu achten, daß solche nicht unter 15° C als Mindestwärme heruntergehen darf, während im übrigen eine Wasserwärme von durchschnittlich 15—18° C für die ganze Dauer der Lagerung zu beobachten ist.

Sämtliche Probekörper — dies gilt für die Zug- und Druckproben — sollen dann einen Tag an feuchter d. h. wassergesättigter Luft in einem dicht verschlossenen Zinkbehälter aufbewahrt und dann unter Wasser (Süßwasser) gesetzt werden.

Die Entformung der Probekörper hätte bei den Zugproben, um dieselben möglichst unversehrt zu erhalten, erst sechs Stunden

Digitized by Google

nach Herstellung zu erfolgen. Bei den Druckprobekörpern dürften die Formen erst nach Ablauf von 24 Stunden nach Herstellung abgenommen werden.

Ich habe in dem letzteren Punkte sehr häufig die Beobachtung gemacht, daß ein Trass-Probekörper wegen seiner hohen Plastizität und besonders auch mit Rücksicht auf die langsame Anfangserhärtung dieses Mörtels durch eine geringe Deformierung des Würfels ganz unverhältnismäßig geringe Festigkeitsziffern ergibt.

Prüfungszeiten:

Nach 14 Tagen
„ 1 Monat
„ 2 Monaten
„ 6 „
„ 12 „

Die wie vorangeführten Versuche werden m. E. Aufschluß darüber liefern, inwieweit der Kalk in Breiform, wenn es sich um einen guten und reinen Kalk handelt, Handhaben bietet für seine Anwendung bei der mörteltechnischen Bestimmung der Puzzolane.

Die verschiedene Feinheit des Trassmehls wird Unterlagen bieten, inwieweit solche von Bedeutung für die Prüfungsfrage ist.

Die Anwendung mit geringerem und höherem Sandzusatze wird ebenfalls einen Beitrag über die Zweckmässigkeit bieten, ob bei der einheitlichen Prüfung der Puzzolane nur eine (die fettere) oder beide, also auch die magere Mischung mit in die Versuchsmethode aufgenommen werden sollen.

Ich schließe in der Hoffnung, recht bald Ihre geschätzten Rückäußerungen zu erhalten, zugleich mit der Versicherung meiner größten Hochachtung und Ergebenheit

Gabriel Herfeldt.

Auf dieses Rundschreiben liefen von den Herren Mitgliedern der Kommission folgende Antworten ein:

1. Von Herrn Professor **van der Kloes** in Delft, daß er bedauere, sich wegen Mangels an Zeit nicht an den Versuchen beteiligen zu können.

Digitized by Google

2. Herr **Dr. Michaëlis** schreibt:

„Obwohl aus Gesundheits-Rücksichten bereits aus allen Kom-„missionen für die Materialprüfungen der Technik ausgetreten, „erlaube ich mir doch auf die beiden letzten Rundschreiben etwas „einzugehen.

„Zunächst mache ich darauf aufmerksam, daß der Ausdruck „Kalkpulver" überall durch Kalkhydratpulver ersetzt werden muß; „denn, wenn man auch wohl weiß, daß in diesem Falle und Zu-„sammenhange damit $Ca(HO)_2$ gemeint sein soll, so ist das doch „falsch; denn Kalkpulver ist allein nur CaO.

„Die Mischungen 1 Gewichtsteil Kalk(hydrat)pulver auf 4 Ge-„wichtsteile Puzzolane erachte ich für viel zu kalkarm. Das Maximum „sollte 20 CaO auf 80 Puzzolane sein, d. h. also 26·5 $Ca(HO)_2$ auf „80 Puzzolane, aber niemals dürfte absolut trockenes Kalkhydrat-„pulver in Anwendung kommen und niemals kohlensäurefreies; „denn nichts zieht rapider Kohlensäure an als das lockere, klamme „Kalkhydratpulver, schon bei der Herstellung und dem Absieben „und Aufbewahren.

„Kalkteig und Kalkbrei ist viel haltbarer, wenn eine Schicht „Wasser darüber steht (wie Butter, wenn eine Salzlake darüber „steht) — da werden Sie, als Landwirt, mir gewiß doppelt recht „geben. Auch wird eine Mischung von Puzzolane mit Kalkbrei „immer stärker, weil sie einen viel innigeren und dichteren, „schwereren Mörtel liefert. Also statt 20 Kalk(hydrat)pulver auf „80 Puzzolane sollte es sein 30 Kalkhydratpulver auf 80 Puzzolane. „Dann wird man ungefähr 26·5 $Ca(HO)_2$ als wirksame Kalkmenge „anwenden.

„Prüfen kann man ja, wie man will, Einheitlichkeit ist die „Hauptsache; Ausführen aber unbedingt mit Kalkbrei, wenn man „das Beste erreichen will. Es gibt ein ganz zuverlässiges Ver-„fahren, vollendet zu zartestem Brei gelöschten Kalk herzustellen, „mein Verfahren. Also schlagen Sie Herrn René Feret vor: 75 Kalk-„hydratpulver, 200 Puzzolane, 750 gemischtkörnigen Sand."

Nachdem der Präsident dem Herrn **R. Feret** diesen Brief zur Kenntnis gebracht hatte, schrieb dieser:

„Im Besitze des mir in Kopie gütigst zugesandten Briefes „des Herrn Dr. W. Michaëlis, will ich nicht auf die Frage zurück-„kommen, ob man für die Normenprobe der Puzzolane Kalk als

Digitized by Google

„Brei oder gelöscht in Pulverform vorziehen soll. Ich glaube, daß „bereits alle möglichen Argumente für und gegen jedes der beiden „Verfahren gesagt sind; jedes Kommissionsmitglied hatte sie vor „Augen und hat sich wohl seine feste Meinung bilden müssen, „welche ohne Zweifel nur durch überzeugende Erfahrungen erschüttert „werden könnte. Auch wird die Frage nicht endgültig gelöst, bevor „nicht experimentell festgestellt wird, in welcher der beiden Zustands- „formen der zum Versuch bestimmte Kalk am leichtesten erhalten „und immer mit dem genau bestimmten Gehalt an reinem $Ca(OH)_2$ „aufbewahrt werden kann.

„Hinsichtlich des für Kalkhydrat und Puzzolane zu wählenden „Mischungsverhältnisses ist es mir unbekannt, auf welche Über- „legungen Herr Dr. Michaëlis sein Urteil und die vorgeschlagenen „Zahlen aufbaut. Die von mir vorgeschlagenen Mischungsverhält- „nisse sind nicht auf Theorien, sondern auf Versuche gegründet, „in welchen ich feststellte, daß diese Mischung allgemein die „festesten Mörtel ergab. Ich habe sie in der Folge überdies über- „prüft, und man kann aus der meinem Brüsseler Berichte bei- „gegebenen Tabelle D ersehen, daß die Mischungen von 1 Teil Kalk- „hydrat mit 4, ja selbst mit 5 Teilen Puzzolan fast immer höhere „Festigkeiten ergeben als jene, die nur 3 Teile vom letzteren „enthalten; umso minderer muß die Erhärtung bei der Mischung „80 : 30, oder 200 : 75 oder 2·67 : 1 sein, wie Herr Dr. Michaëlis „dies jetzt vorschlägt. Auch zeigen die im Kapitel N desselben „Berichtes angeführten Ziffern, daß, wenn man, vom Mischungs- „verhältnis 1 : 4 : 15 ausgehend, das ich vorzuschlagen mich ver- „anlaßt sah, den Zusatz von Kalk zum Nachteil jenes von „Puzzolan vermehrt, was eine Verschiebung des Punktes N „gegen die Seite CS parallel zur Seite P C bedeutet, sich daraus „fast immer eine Minderung der Mörtelfestigkeit ergibt."

Herr Professor **M. Gary** schreibt:

„Auf Ihr gefälliges Rundschreiben in Sachen des Ausschusses 11 „des Internationalen Verbandes beehre ich mich, Ihnen mitzuteilen, „daß ich zu meinem lebhaften Bedauern, so wünschenswert ich die „Durchführung der von Ihnen vorgeschlagenen Versuche halte, „persönlich nicht in der Lage bin, die von Ihnen gewünschten „Versuche selbst anzustellen oder auf meine Kosten durchführen „zu lassen. Auch das Königl. Materialprüfungsamt, dem ich Ihren

Digitized by Google

„Antrag unterbreitet habe, besitzt keine Mittel für die Vornahme „von Versuchen so umfangreicher Art. Vielleicht würde sich der „Herr Minister der öffentlichen Arbeiten in Preußen bereit finden „lassen, die erforderlichen Mittel für die Versuchsausführung zur „Verfügung zu stellen; indessen ist von einem Gesuch nur Erfolg „zu erwarten, wenn die Interessenten, das wären in diesem Falle „die Traßgrubenbesitzer, ebenfalls dazu beitragen. Sicher ist aber „auch in diesem Falle die Erlangung von Mitteln nicht.

„Bei dieser Sachlage möchte ich Sie bitten, mich aus der „Liste der Mitglieder für die Aufgabe 11 des Internationalen Ver- „bandes zu streichen."

5. Herr **A. Lundteigen** schreibt:

„Ich empfing kürzlich Ihr Rundschreiben vom April und auch „die Briefe vom 12. und 13. Mai d. J. bezüglich der Normalien „für Traß oder Puzzolane in seiner Anwendung als Mörtel.

„Ich habe keine Zeit, um Versuche anzustellen, außerdem „ist mein Apparat ganz nach englischem Muster gearbeitet und „kann deshalb dieser nicht so leicht mit dem metrischen System „verglichen werden.

„Es scheint mir, daß Ihr Vorschlag, wie in Ihrem Briefe „dargestellt und nach Herrn Ferets Rat demgemäß verbessert, „ganz annehmbar ist, und zweifele ich nicht, daß wir binnen kurzem „in Amerika auch dazu übergehen werden, oder doch wenigstens „ähnliche Regeln annehmen können.

„Soviel mir bekannt, ist dieses Material für solche Zwecke „hier noch nicht angewendet worden, aber ich habe Grund zu „glauben, daß seine Anwendung in der Zukunft eine sehr aus- „gedehnte sein wird."

6. Herr Direktor **C. Segré,** Rom, schreibt:

„In Antwort Ihres Zirkulars vom vergangenen April an die „Mitglieder der Kommission für die Lösung des Problems 11, „teile ich Ihnen mit, daß die Studien über die Puzzolanen in dieser „Versuchsanstalt der Italienischen Eisenbahnen (Istituto Sperimentale „delle Ferrovie) nach den Grundsätzen getrieben werden, welche „in der beiliegenden, von der Italienischen Gesellschaft für Bau- „materialien veröffentlichten Denkschrift gesammelt sind. Diese „Grundsätze stimmen im großen mit den Ansichten von Herrn „Ingenieur Feret überein."

Digitized by Google

Von den übrigen Mitgliedern der Aufgabe 11 sind keine Antworten eingelaufen.

Da niemand der Herren sich Traß zu Versuchen hat kommen lassen und der Berichterstatter auch keine Mitteilung erhalten hat, daß mit anderen Puzzolanen in der vorgeschlagenen Weise Versuche ausgeführt worden sind, so sind wir mit der Lösung unserer Aufgabe leider nicht vorangeschritten. Es dürfte auch sehr schwer halten, für die verschiedenen Puzzolane einheitliche Prüfungsmethoden aufzustellen. In fast allen Ländern, in denen Puzzolane in größerer Menge Verwendung finden, sind bereits seit längerer Zeit besondere Prüfungsmethoden vorgeschrieben, welche, obschon zuweilen sehr von einander abweichend, doch den Zweck erfüllen, den mörteltechnischen Wert der Puzzolane für die praktische Verwendung in den betreffenden Ländern festzustellen.

Der Gefertigte stellt deshalb den Antrag, die in den verschiedenen Ländern vorgeschriebenen Normen für die Prüfung der Puzzolane zu sammeln und den Mitgliedern des Internationalen Verbandes bekanntzugeben. Eine einheitliche Prüfungsmethode, deren Resultate, an verschiedenen Orten und in verschiedenen Ländern ausgeführt, untereinander vergleichbar sind, ist ohnehin nicht aufzustellen, weil schon die Verwendung mehrerer Kalk- und Sandsorten dies ganz unmöglich macht.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

X11

ÜBER DAS BESTE VERFAHREN, BEGINN UND DAUER DES ABBINDENS ZU BESTIMMEN.

Härteprüfung von M. **H. Laborbe,** Us. St. Germain bei Beffes, Frankreich.

(Übersetzt von Ing. K. Naehr, Wien.)

Es ist allgemein bekannt, wie sehr die für die Abbindezeiten ermittelten Zahlen von einander abweichen. „Die Unterschiede können bis zu 100% betragen, und man vermag die Gründe für diese Erscheinung nicht anzugeben", hat Herr Mesnager einmal bemerkt.

Nach Übereinkommen wird in der Praxis die „Bindezeit" entweder durch die Fingernagelprobe oder durch den Eindruck einer Nadel bestimmt. Beide Verfahren beruhen auf dem widersinnigen Prinzipe, daß die Beobachtung eines Vorganges gerade in einem Augenblicke einsetzt, in dem der Prozeß zu Ende geht. Nach H. Le Chatelier soll die Prüfung der Bindezeit des Zementes eine Festigkeitsprüfung sein; ich schlage deshalb eine Härteprobe vor und gehe darauf aus, den Abbindeprozeß in seiner wesentlichsten Wirkung zu untersuchen.

Ich bediene mich hiebei der den Hüttenleuten wohlbekannten Stahlkugel, die auf eine ebene Fläche des zu untersuchenden hydraulischen Bindemittels gedrückt wird.

I. Vergleich der bei der Fingernagelprobe, der Nadelprobe und der Härteprobe gewonnenen Werte.

Fig. 1 gibt eine bildliche Darstellung dieser Vergleichsversuche. Die bei den verschiedenen Proben eingehaltenen Zeiten sind untereinander gleich und sind vom Augenblicke des Anrührens an

Digitized by Google

gerechnet. Wann ist nun nach dem Versuche mit der Vicatschen Nadel das Abbinden beendet? nach den unter 1, 2, 3 oder 4 angegebenen Zeiten — oder gar erst zu einem späteren Zeitpunkt? Es ist das eben reine Empfindungssache, und daraus erklärt sich auch die vorerwähnte Bemerkung Mesnagers, daß man sich in der Beurteilung der Abbindezeit bisweilen um das Doppelte irre, ohne den Grund hiefür angeben zu können.

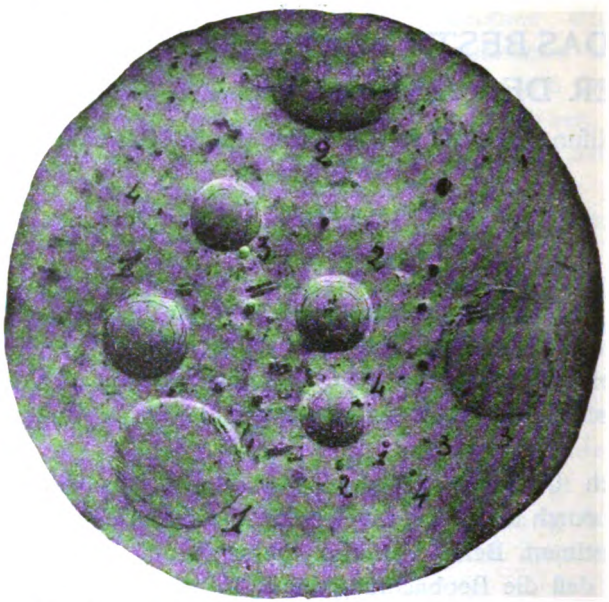


Fig. 1. Romanzement, mit 34·5% Wasser angerührt.

Versuch	Fingernagel-probe	Vicatsche Nadelprobe	Kugelprobe	Durchmesser d. Eindruckes
1	50′	52′	54′	13·0 mm
2	55′	57′	59′	11·5 „
3	1h	1h 2′	1h 4′	10·7 „
4	1h 5′	1h 7′	1h 10′	9·6 „

Nach der Fingernagelprobe ist zweifelsohne der Abbindevorgang zu der unter 4 angegebenen Zeit beendet. Bei der Kugelprobe aber hat man für die Bestimmung der „Bindezeit“ ein wirklich objektives Maß in den Abmessungen der von der Kugel erzeugten Eindrücke.

Digitized by Google

II. Härtezahl und ihr Diagramm.

Bezeichne ich die Härtezahl mit Δ, so besteht die Beziehung

$$\Delta = \frac{P}{S} \qquad (1)$$

d. h. die Härtezahl ist gleich dem auf die Kugel ausgeübten Druck, dividiert durch die sphärische Oberfläche des Eindruckes. Es ist das ein absoluter Wert, der in jedem Augenblicke T eine Konstante des untersuchten hydraulischen Bindemittels gibt.

Die Größe Δ ist übrigens leicht zu berechnen, da ja die Beziehungen zwischen R, dem Radius der Kugel, r und h, Radius und Höhe der „Eindruck-Kalotte", durch die Gleichungen

$$S = 2\,\pi\,R\,h \qquad (2)$$

$$r^2 = h\,(2\,R - h) \qquad (3)$$

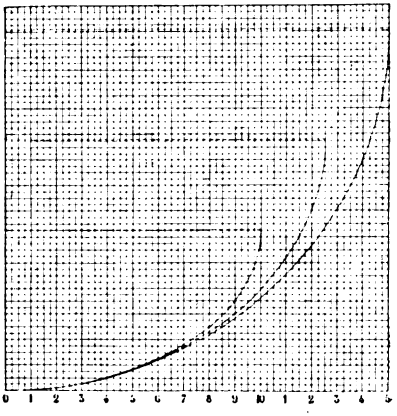
gegeben sind.

Eliminiert man das h in der Erwägung, daß dessen Messung vollkommen unverläßlich ist, und daß bei den angewendeten Drucken eine Deformation der Kugel ausgeschlossen und somit die Form des Eindruckes auch kugelig ist so erhält man weiters die Beziehung zwischen S und r:

$$S^2 + 4\,\pi^2 R^2\,r^2 - 4\,\pi\,R^2\,S = 0. \qquad (4)$$

Trägt man S als Ordinate und r als Abszisse auf, so stellt die Gleichung 4 eine Ellipse vor, die durch den Ursprung des Koordinatensystems geht, deren Mittelpunkt auf O S in einer Entfernung $2\,\pi\,R^2$ vom Ursprung liegt und deren kleinere horizontale Halbachse endlich die Länge R [illegible] hat.

Die Ellipse kann beliebig genau konstruiert werden. Ein Blick auf Pl. 1 zeigt, daß jedem als Abszisse aufgetragenen Wert r eine Ordinate S entspricht, den man bloß in die Gleichung 1 einzuführen braucht, um die Härtezahl des zu untersuchenden Bindemittels für einen bestimmten Zeitpunkt t zu erhalten. Die Zeit t ist dabei von dem Augenblicke an gerechnet, da das Wasser zum Anrühren des Bindemittels zuge-



Pl. 1.

Digitized by Google

setzt wurde. Man könnte auch links von OS die gleichseitige Hyperbel $\Delta . S = P$ konstruieren, deren Abszissen für jeden Wert von S mit Hilfe einer einzigen Ablesung den zugeordneten Wert Δ ergeben würden.

Noch einfacher könnte man einen willkürlichen Härte-Nullpunkt annehmen und sich als vierte Proportionale die zu einer bestimmten Anzahl von Eindrücken gehörigen Härtezahlen auftragen, z. B. 14, 13 . . . . 4 mm. Teilt man hernach die so erhaltenen Intervalle in je zehn gleiche Teile, so erhält man nach OS eine Skala, welche die jedem abgelesenen S zugehörige Härteziffer Δ ergibt.

Für einen allgemeinen Fall bedeuten jedoch die beiden soeben beschriebenen Lösungen keine große Vereinfachung des Verfahrens. In der Tat sieht man später, daß der Wert Δ mit den Werten P und R veränderlich ist; es wären somit ebensoviele graphische Darstellungen nötig, als es mögliche Werte für P und R gibt. Diese Darstellungen, und namentlich die zweitbeschriebene, könnten jedoch außerordentlich zweckdienlich sein, wenn man den Nullpunkt einer solchen Härteskala zu deren bequemeren Handhabung bei einem Versuche ermittelte, bei dem die Kugel unter einem ganz bestimmten Drucke stand.

III. Untersuchungen über den Arbeitsvorgang während des Versuches.

1. Druckapparat. Anfänglich habe ich mit einer Manometerpresse Thomasset (Fig. 2) gearbeitet. Es trat bei diesem Apparat immer eine kleine Drehbewegung auf, woraus sich auch die Kreisrisse um die Eindrücke herum erklären lassen (Fig. 1, Eindruck 1).

Mit Rücksicht auf die karg bemessene Zeit mußte ich meine Versuche im Maximum auf sieben Tage beschränken. Ich konnte alsdann mit einer gröberen Gattung von Vicatscher Nadel arbeiten, deren Modell in Fig. 2 zur Linken abgebildet ist. Sowohl der Nadelschaft wie auch die obere Platte samt dem zur Fixierung der Kugel dienenden beweglichen Apparate sind genau auf 1 kg austariert; Gußbleiklümpchen im Gewichte von 4—5 kg gestatten die Regelung der Drucke des Apparates und ermöglichen Versuche mit 5, 10, 15 und 20 kg. Drucke von 7 bis zu 8 kg genügen in allen Fällen. Kostspielige Apparate sind nicht nötig; die Michaëlische Wage, versehen mit einem Apparate zur Umkehrung der Wirkung,

Digitized by Google

wird fast immer genügen. Für die größten Kräfte wird die hydraulische Presse von L. und H. Le Chatelier weitaus genügen und es wird vielleicht angebracht sein, einen für diesen Zweck austarierten Apparat Guillery zu verwenden.

Das bewegliche Gestell für die Kugel (Fig. 2) kann leicht an allen diesen Apparaten angebracht werden.

2. Durchmesser der Kugel. Ich habe mit Durchmessern von 10, 20, 25 und 30 mm gearbeitet. Die beiden ersten sind zu klein; der Eindruck ist schwach und man kommt häufig über den Äquator der Kugel hinaus; auch sind die Kreisrisse um die Kugel herum häufiger. Der Durchmesser von 30 mm hat mir als der beste geschienen, wenigstens für Probekuchen aus reinem Zement;

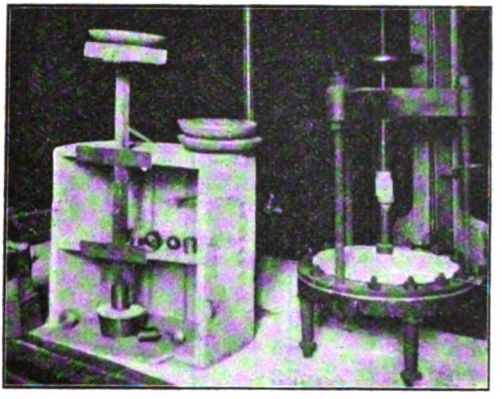


Fig. 2.

für Mörtelkuchen hingegen haben Kugeln von 25 mm Durchmesser sauberere Eindrücke ergeben. Kugeln von zu großen Durchmessern erzeugen Eindrücke mit weniger deutlichen Rändern, und um sie herum bildet sich häufig eine Eindrucksfläche mit mehr oder weniger deutlich ausgeprägten Kreisrissen.

3. Messung der Eindrücke. Ich habe eine Schublehre mit Nonius (Angabe $^1/_{10}$ mm) angewendet. Die Backen müssen zur Erleichterung der Beobachtung schrägkantig geschliffen sein. Der Keilmaßstab von H. Le Chatelier ist auch sehr praktisch. Falls man für die Berechnung der sphärischen Oberflächen das Diagramm Pl. 1 benützt, wird man zur Bequemlichkeit gut tun, einen Reduktionszirkel (mit Spitzen oder mit Backen) zu verwenden, mit dessen

Digitized by Google

Hilfe man die r unmittelbar, ohne weitere Ablesung oder Division, im Graphikon auftragen kann.

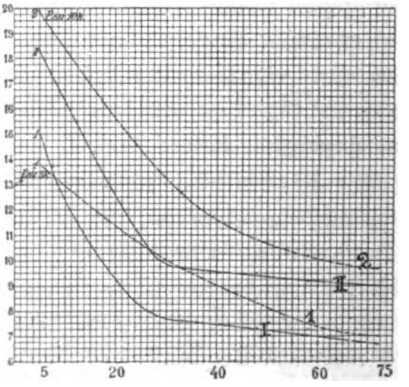
Die Verwendung eines Apparates mit einer höheren Genauigkeit als bis auf $^1/_{20}$ mm wäre wohl illusorisch zu nennen.

4. Bechaffenheit der Oberfläche. Offenkundig ist eine ebene Oberfläche vonnöten; es genügt jedoch, dieselbe nach Anfüllung der Form mittelst einer aufgelegten Glasplatte zu glätten. Für Probestücke, die bereits hart und in der vorbeschriebenen Art nicht bearbeitet sind, wird eine leichte Glättung mittelst Schmirgelpapier genügen.

5. Einfluß der Art des Abbindevorganges. Die Tafel I und das zugehörige Graphikon geben die Resultate wieder, die man unter gleichen Versuchsbedingungen für zwei Kalkproben, und zwar für die Probe I und II an der Luft und für die Proben 1 und 2 unter Wasser erhärtet, erhalten hat.

Tafel I. Kugel 30 mm.

T	Druck 5 kg		Druck 10 kg	
	D	D	D	D
	Luft	Wasser	Luft	Wasser
5	15·0	13·8	18·3	19·9
24	8·0	11·0	12·0	14·6
29	7·8	10·0	9·7	13·2
33	7·6	9·7	9·6	12·7
48	7·3	8·5	9·5	10·9
58	7·0	7·3	9·2	10·2
72	6·7	7·0	9·0	9·2
	I	1	II	2



Graphische Darstellung zur Tafel I.

Digitized by Google

Man sieht, daß der ganze Vorgang sich so abspielt, als ob zunächst eine schwache Schichte infolge Verdunstung des Wassers an der Oberfläche sehr rasch abgebunden hätte. Diese Schichte ist aber noch zu schwach, um allein den Druck der Kugel auszuhalten und bricht deshalb bei den ersten Versuchen plötzlich ein, indem sie den beobachteten Formänderungen nachgibt und so einen abnormalen Eindruck veranlaßt. Bei den späteren Versuchen hingegen ist sie bereits durch die unterhalb gelegenen Schichten regelrecht verstärkt, die nunmehr so abgebunden haben, als ob sie sich unter Wasser befänden. Bei den Versuchen mit der Vicatschen Nadel läßt sich von der 5. Stunde ab bloß das Fehlen jeglichen Eindruckes feststellen; der restliche Teil des Abbindevorganges geht aber für die Beobachtung verloren.

6. Einfluß der Dicke des mit dem hydraulischen Bindemittel hergestellten Probestückes. Aus der Tafel II ist ersichtlich, daß die Dicke des Probestückes innerhalb der möglichen Beobachtungsgrenzen nicht von Einfluß erscheint.

Tafel II. Kugel 30 mm. P = 15 kg.

T	Dicke des Probestückes			
	33 mm	40 mm	45 mm	50 mm
3	24·6	23·8	23·9	24·3
18	17·0	16·7	17·2	16·9
24	16·6	15·7	15·0	15·5
27	15·0	14·6	14·8	15·3
42	14·6	13·0	13·0	14·1
48		12·4	12·2	13·4
51		12·3	12·0	12·8
66		11·6	11·8	11·8
72		11·3	11·3	11·7
75		10·4	11·3	11·7
96		10·2	10·4	11·6
120			9·7	10·2
168		9·0	9·2	9·6
		60, IX		

Praktisch wird man für die Dicke des Probestückes mindestens das 2 bis $2^1/_2$fache Maß des größten Eindruckes wählen, weil sonst bei Außerachtlassung dieser Vorsichtsmaßregel die Oberfläche wellig wird, wie die Terrainoberfläche eines nachgiebigen Bodens, in dem man Gründungen vorgenommen hat.

Digitized by Google

7. Einfluß der Eindrücke untereinander, Einfluß des Behälterrandes etc. Fig. 3 gibt eine Reihe von Unzukömmlichkeiten wieder, die vermieden werden können, wenn man einige im folgenden aufgezählte Vorsichtsmaßregeln beobachtet. Diese sind übrigens umso wichtiger, je bälder nach dem Anrühren (Aufbereiten) des Bindemittels der Versuch unternommen wird:

Die Kugel muß rein und wegen des leichteren Aushebens aus dem Eindruck ein wenig angefettet sein (siehe Eindruck 1), die Eindrücke müssen sowohl von einander als auch von dem Behälterrande, wie bereits oben erwähnt, entsprechend weit entfernt sein. (Die Ein-

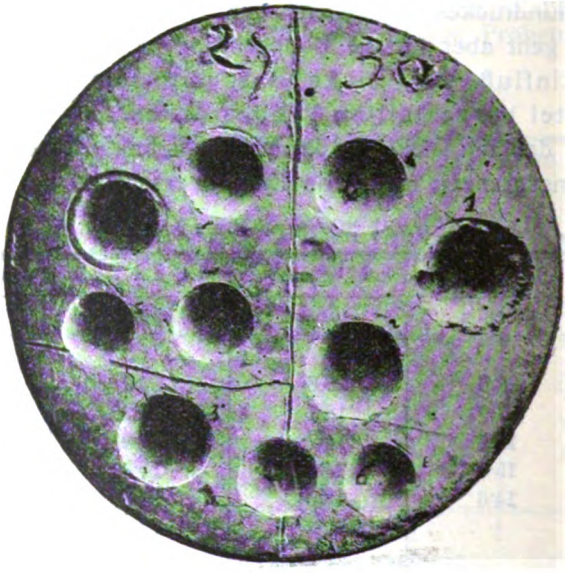
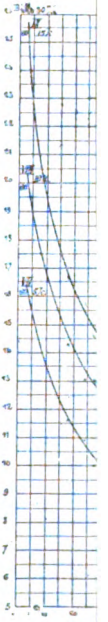


Fig. 3.

drücke 5 und 6 haben ovale Form.) Die Dicke des Probestückes muß groß genug sein. (Zwischen den Eindrücken 1, 2 und 4 ist die Oberfläche gewellt.) Zu vermeiden sind Sprünge senkrecht zu den Eindrücken und zwischen diesen und dem Rande. Solche Sprünge entstehen entweder dadurch, daß die Eindrücke zu nahe aneinander bezw. zu nahe dem Rande liegen oder auch dadurch, daß der Druck zu plötzlich ausgeübt worden ist. Acht bis zehn Sekunden genügen in der Regel, um einen Ausgleich der Spannungen bis zum Gleichgewichtszustand zu bewirken.

Digitized by Google

Ordnungsnummer	VI P S	P = 5 kg. Exp. 60—V D	S	Δ =
1	52	16·30	2·30	2·1
2	25	11·60	1·12	4·4
3	31	10·90	0·90	5·5
4	57	10·00	0 80	6 2
5	71	8·70	0·60	8·3
6	00	8·40	0·50	10·0
7	29	8·00	0 50	10·0
8	50	7·80	0·47	10·6
9	27	7·20	0·40	12 5
10	00	7·00	0·38	13·1
11	78	6·70	0·36	13·8
12	54	6 50	0·35	14·2
13	00	5·90	0·27	18·1



Digitized by Google

Digitized by Google

IV. Untersuchung des Einflusses des Kugeldurchmessers und der Druckkraft. Beziehung zwischen △ und T. Vergleichmöglichkeit der einzelnen Versuche. Annäherende Berechnung.

Die Tafel III mit den Abbildungen in Fig. 4, sowie die zugehörigen grafischen Darstellungen geben die Resultate von 116 Versuchen wieder, die in Zeiträumen von 3 bis 168 Stunden mit Stahlkugeln von 20, 25 und 30 mm unter Drücken von 5, 10 und 15 kg mit einem hydraulischen Bindemittel von der Qualität einer gewöhnlichen Handelsware durchgeführt worden sind. Zunächst habe ich die kugeligen Oberflächen der Eindrücke und das Verhältnis $\Delta = \frac{P}{S}$ berechnet und hernach für jede Kugel eine Serie von je 3 Kurven konstruiert, die den Drücken 5, 10 und 15 kg entsprachen.

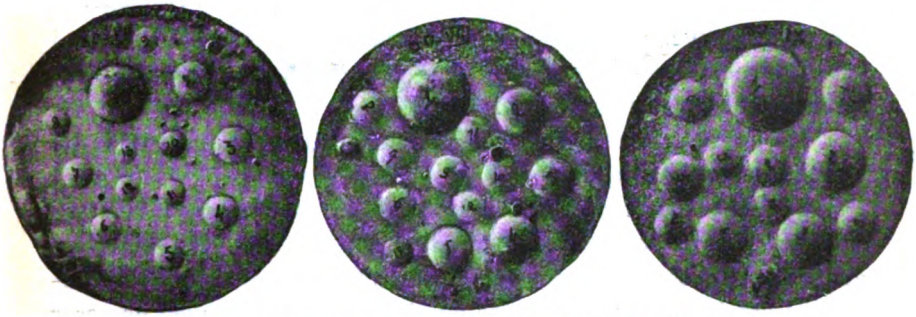


Fig. 4. Kugel 30 mm, Exp. 60—VII, 60—VIII, 60—IX.

Faßt man einen Zeitpunkt T ins Auge, so sieht man, daß der Wert △ nicht für alle Kugeln und alle Drucke der gleiche ist, sondern daß er mit den Werten R und P variiert. Es ist das die auch bei der Erprobung von Stahl auftretende Erscheinung, für welche Benedicks die Beziehungen angegeben hat:

$$\Delta \sqrt[5]{R} = C \text{ (Konstante)}$$

$$\Delta_0 = \Delta \frac{1 + P^0}{1 + P}.$$

Es scheint nun, daß diese Beziehungen gleichermaßen zufriedenstellend auch auf hydraulische Bindemittel anwendbar sind (so hat man beispielsweise für T = 3 Stunden als äußerste Werte von △ 2·23 und 2·36 erhalten); man besitzt jedoch für jede

Digitized by Google

Zeit T bloß 3 Beobachtungen mit verschiedenen Werten von R und ebenso 3 Beobachtungen mit verschiedenen Druckwerten. Das ist aber für eine absolute Prüfung auf Richtigkeit ungenügend. Bei den hydraulischen Bindemitteln gibt es eben noch eine Veränderliche mehr wie bei den Stahlarten und das ist die Zeit. Wenn man anstatt der Durchmesser die Δ als Ordinaten aufträgt, erhält man Kurven, die nach den positiven Ordinaten zu konvex gekrümmt sind und ihrer Form nach die Möglichkeit für die Aufstellung einer Beziehung zwischen Δ und T analog der von Benedicks angegebenen Beziehung zwischen Δ und P zu bieten scheinen.

α) Von den genannten 116 Eindrücken (man könnte auch noch die 31 Eindrücke der Tafel II und die 14 der Tafel I hinzufügen) ist ein einziger 111—5 wegen eines Fehlers des Probestückes ausgeschaltet worden. Ein anderer, 111—1, kam für die Versuchsreihe nicht in Betracht, weil das Gestell der Druckkugel den noch zu wenig konsistenten Probekuchen berührt hatte, und der Eindruck V—13 endlich war wegen eines offenkundigen Versuchsfehlers auszuscheiden.

Es ist also sehr leicht, die Versuche durchzuführen und die Probekörper vorzubereiten.

β) Sieht man von den Punkten ab, die sich zu weit von der mittleren Kurve der Schaubilder entfernen, so hat sich eine tatsächliche Übereinstimmung der Beobachtungen mit den Kurvenpunkten ergeben. Man gelangt da zu einer Annäherung weit besserer Art als der, von welcher Mesnager eingangs dieser Schrift hinsichtlich der mit der Vicatschen Nadel durchgeführten Versuche gesprochen hat.

γ) In der Tafel II (Stahlkugel von 30 mm Durchmesser, Druck 15 kg) erscheint die Kolonne 60—IX der Tafel III; in der Tafel I lassen sich die Kolonnen 1 und 2 den Kolonnen 60—VII und 60—VIII, bei denen man mit derselben Kugel und demselben Drucke gearbeitet hat, gut gegenüberstellen. Man sieht daraus, daß — abgesehen von Versuchsfehlern — die Resultate übereinstimmen.

Alle diese Versuche sind nun in Zeitzwischenräumen von ungefähr 15 bis 20 Tagen mit demselben hydraulischen Kalke durchgeführt worden, der eine gute Qualität gewöhnlicher Handelsware darstellt. Der Kalk war dabei gleich zu Anfang in wohlverschlossene Steinguttöpfe gebracht worden, so daß er während der ganzen Dauer der Versuche unverändert blieb.

Digitized by Google

Man kann somit sagen:

„Der solchermaßen ausgeführte Härteversuch stellt eine ebenso einfache wie praktische Art der Prüfung eines hydraulischen Bindemittels vor; die dabei erzielten Resultate sind genau und übereinstimmend."

V. Versuche über sieben Tage hinaus.

Es ist sicher, daß der Härteversuch über den Rahmen eines einfachen Bindezeitversuches hinausgeht. Er liefert eine Konstante der untersuchten Bindemittel. Es wäre aber von größtem Interesse, diese Versuche über sieben Tage hinaus auszudehnen und besonders nach der Beziehung zu forschen, die zwischen dem Härtekoeffizienten und den Resultaten der Zug- und Druckversuche besteht.

Ich hoffe, dem Kongresse einige diesbezügliche Ergebnisse vorlegen zu können.

Allemal ist da die Frage zu stellen: Bis zu welchem Augenblicke erzeugt die Kugel noch einen Eindruck? Da man das geringe Maß von Porosität und Elastizität kennt, das Probekuchen ohne Sandzusatz bei einem bestimmten Grade der Erhärtung besitzen, könnte man wohl die Frage aufwerfen, ob die Periode der elastischen Formänderung in diesem vorgenannten Augenblicke nicht so kurz bemessen ist, daß der Probekörper schon bricht, bevor es noch zur Bildung eines Eindruckes gekommen ist.

Dank der Liebenswürdigkeit des Herrn Enault, Ingénieur à la Ville de Paris, und des Herrn Anstett, Chef des Laboratoires d'essais de la Ville de Paris, habe ich zu meinen Arbeiten 90 Tage alte Probekörper benützen können. Außerdem war Herr Mesnager so freundlich, mir einige Versuchskörper zur Verfügung zu stellen, die noch älter waren, wie die von mir mit Herrn Mercier in seinem Laboratorium zerbrochenen. Nachstehend sind die Resultate dieser Versuche zusammengestellt. (S. Tabelle S. 12.)

Aus diesen Ziffern ist zu entnehmen, daß die Beobachtungen etwa bis zu 90 Tagen recht deutlich sind. Darüber hinaus sind aber ebenso zuversichtliche Angaben nicht mehr möglich. Die Eindrücke sind häufig wenig ausgeprägt, und es bilden sich unter den veränderlichen Drücken Risse. Es scheint, daß die Raschheit, mit der man den Druck steigert, eine recht bedeutende Rolle spielt. Es muß allerdings zugegeben werden, daß das Metallmanometer für derartige Versuche zu wenig genau ist

Digitized by Google

Gattung des Bindemittels	Alter	Kugel	Druck	Durchmesser des Eindruckes	Beobachtungen
Romanzement	90 Tg.	30 mm	350 kg	8·6 mm	Probestück gebrochen bei 455 kg
„	90 „	25 „	300 „	7·0 „	Nicht gebrochen
Zement aus Vassy	90 „	30 „	200 „	7·8 „	Probestück gebrochen bei 400 kg
„ „ „	90 „	25 „	200 „	7·6 „	Nicht gebrochen
Künstl. Portl.-Zem.	90 „	30 „	500 „	5·5 „	„ „
Schlackenzement	1 Jahr	30 „	730 „	4·4 „	Ein Probestück bricht unter diesen Umständen, das andere nicht
„	1 „	30 „	670 „	4·0 „	Nicht gebrochen
Zement	2 Jahre	30 „	230 „	6·4 „	„ „
„	2 „	30 „	200 „	6·4 „	Gebrochen
Anderer Zement	2 „	30 „	500 „	4·5 „	„
			560 „	4·5 „	„
			460 „	4·0 „	Nicht gebrochen

VI. Versuche mit Mörtel.

Ich habe auch mit einigen Probekörpern aus Mörtel 1 : 3 gearbeitet. Man erhält da weniger deutliche Eindrücke wie bei sandfreien Probekuchen, wie das ja auch in der Natur der Sache liegt. Die Eindrücke sind jedoch zur Beobachtung noch vollkommen geeignet. Die Kugel von 25 mm Durchmesser scheint zweckdienlicher zu sein wie eine solche von 30 mm Durchmesser. Die Eindrücke sind in größeren Entfernungen sowohl untereinander als auch vom Rande des Behälters herzustellen, wie bei den sandfreien Probekuchen. Kurzum, es scheint, als ob sich unter dem Vorbehalte eines etwas sorgfältigeren Arbeitsvorganges der Härteversuch auch bei Mörteln genügend leicht vornehmen ließe.

Es wäre das ein großer Fortschritt, weil sich die Abnahmeversuche derart unter Bedingungen vornehmen ließen, die sich weit mehr der Praxis nähern und auch weit leichter eine Einreihung der Produkte nach ihrem tatsächlichen Werte gestatten. Das geschilderte Verfahren könnte auch zur Bestimmung des Sandzusatzes dienlich sein.

Digitized by Google

VII. Schlußfolgerungen. Vorschlag für eine Normenprüfung.

Aus den vorgeschilderten Versuchen geht bereits deutlich hervor, daß sich aus dem Härteversuche die Grundlage für einen Übernahmeversuch wohl schaffen läßt, obgleich die Bestimmung von unbedingt feststehenden Koeffizienten nicht möglich ist. Letzteres sollte jedem Ingenieur überlassen bleiben, der dann auf Grund seiner eigenen Versuche die minder guten Fabrikate auszuscheiden vermöchte.

Läßt man alle theoretische Betrachtung über die Definition des Abbindens und über die Bestimmung des Beginnes und des Endes derselben beiseite, so beruht die vorgeschlagene Normenprüfung auf folgenden zwei Grundsätzen:

1. Der Verbraucher soll gegen die Gefahren sicher gestellt werden, die sich ergeben, wenn das Bindemittel infolge zu raschen Abbindens unmittelbar vor der Verwendung noch einmal „angerührt" werden muß.

2. Dem Verbraucher soll die Möglichkeit geboten werden, in einem Minimum von Zeit durch genaue, in bestimmten Zeitzwischenräumen durchgeführte Versuche sichere Angaben über den Fortgang der Erhärtung zu machen, derart, daß er zur Übernahme einer Lieferung endgültig Stellung nehmen kann, ohne erst 28 und 48 Tage lang die Ergebnisse der Zugversuche abwarten zu müssen, die, abgesehen von der erforderlichen Zeit, nicht einmal die gleiche Genauigkeit wie die vorbeschriebenen Versuche verbürgen.

Bei Versuchen mit sandfreien, bloß aus dem Bindemittel hergestellten Probekörpern wird man also unter Einhaltung der bereits genannten Versuchsbedingungen mit einer Normalkugel von 30 mm und einem Druck von 15 kg arbeiten. Die Zeiten sind vom Augenblicke des Wasserzusatzes zu rechnen. Die maximalen Härtekoeffizienten nach drei Stunden, bezw. die minimalen nach 24 Stunden sind in nachstehender Tabelle für folgende Erzeugnisse wiedergegeben.

Ich hoffe, daß mir durch weitere Versuche, mittels deren die Koeffizienten für drei und sieben Tage zu ergänzen, namentlich aber die Mörtel 1 : 3 und 1 : 5 zu erproben wären, die Feststellung gelingen wird, daß die beschriebenen Versuche im Verein mit den Prüfungsverfahren auf Volumenbeständigkeit genügen werden, um sich über die Übernahme von Lieferungen endgültig auszusprechen.

Digitized by Google

	Δ	Δ Minimum		
	Maximum	24 Stunden	in 3 Tagen	in 7 Tagen
Gewöhnlicher hydraulischer Kalk .	2	6	12	20
Kalk v. außerordentl. Hydraulizität	2	8	15	27
Romanzement	2	35		
Langsambindender Natur-Portland				
Künstlicher Portlandzement . . .	2	42		
Schlackenzement	2	25		
Raschbindender Zement[1])	2			

Zum Schluß will ich Herrn Henri Le Chatelier meinen herzlichsten Dank aussprechen für das Interesse und Wohlwollen, das er den in seinem Laboratorium durchgeführten Versuchen entgegengebracht hat.

[1]) Für „Raschbinder" ist die Zeit von drei Stunden auf eine Viertelstunde herabgesetzt worden.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

X12

DIE ENTWICKLUNG DER ERHÄRTUNG DER ROMAN- UND PORTLANDZEMENTE IM BREI, IM MÖRTEL UND IM BETON.

Bericht zur Aufgabe 33.

Berichterstatter: Im Auftrage des ungarischen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik in Budapest Prof. Dr. **Constantin Zielinszki.**

Ins Deutsche übersetzt vom dpl. Ing. Josef Schustler.

Der in Budapest im Jahre 1901 abgehaltene III. internationale Kongreß beauftragte den ungarischen Verband für die Materialprüfungen der Technik, die mit Romanzementen, bei Verwendung von verschiedener Wassermenge und Zugabe verschiedener Sandmengen erreichbaren Festigkeiten zu studieren und nach Vollendung dieser Untersuchungen dem nächsten internationalen Kongresse einen Bericht hierüber zu erstatten, eventuell Vorschläge über eine neue, den Eigentümlichkeiten der Romanzemente besser entsprechende Normenprobe für diese Zemente vorzulegen.

Der ungarische Verband für die Materialprüfungen der Technik beeilte sich, dieser wichtigen und ehrenden Aufgabe zu entsprechen, und organisierte sofort nach Ablauf des Budapester Kongresses innerhalb des ungarischen Ingenieur- und Architekten-Vereines eine Kommission, zu welcher die Vertreter aller interessierten Behörden, Anstalten, Vereine und Unternehmungen beigezogen wurden.

Diese Kommission fühlte wohl den großen Umfang und die Kostspieligkeit der zur Lösung dieser Aufgabe nötigen Versuche und wandte sich daher wegen der materiellen Sicherstellung ihrer Arbeiten an die Opferwilligkeit der interessierten Behörden, An-

Digitized by Google

stalten, Vereine und Unternehmungen. Sie täuschte sich auch nicht in ihrem Glauben an die Freigebigkeit der technischen Kreise Ungarns, indem zur Ausrüstung eines besonderen Laboratoriums und zur Deckung der Versuchskosten das nötige Kapital von 50.000 Kronen binnen kürzester Zeit gezeichnet und sichergestellt war; allen anderen Spendern ging die ungarische Regierung als leuchtendes Beispiel voran. — Die Kommission konstituierte sich, und gelang es ihr, für den schweren Posten des Vortragenden den Herrn kgl. ung. Hofrat Prof. Desider Nagy zu gewinnen, welcher das ausführliche Programm der Versuche bis in das kleinste Detail ausgearbeitet hat, so daß die Versuche bereits im Mai 1902 im besonderen Kommissions-Laboratorium, unter der persönlichen Leitung des der Versuchsanstalt zugeteilten Herrn kgl. Ingenieurs Josef Zhuk, begonnen werden konnten und bis zum Jahre 1905 ununterbrochen fortgesetzt wurden.

Zur Beglaubigung der Versuchsergebnisse übernahmen und verteilten die Riesenlast der Kontrolle die einzelnen Kommissionsmitglieder unter sich so, daß die Zahl der 38.000 überschreitenden Versuchsangaben alle Resultate von authentisch verzeichneten und geprüften Versuchen sind.

Für die Art der Ausführung der Versuche wurde von der Kommission jene Methode angenommen, welche von Dr. Zielinszki in seinem, auf dem Kongresse in Budapest 1901 gehaltenen und mit Herrn Ing. Zhuk gemeinschaftlich ausgearbeiteten Vortrage über „Vergleichende Untersuchungen der Romanzemente" vorgeschlagen wurde.[1])

Dieser Beschluß der Kommission war dadurch begründet, daß bei dieser Methode sich die Richtigkeit der mit den verschiedenen Materialien auszuführenden Versuche kontrollierbar erwiesen hat.

Kurz, diese Methode schien geeignet zu sein, die Gesetze der Erhärtung bei solchen dichten und solchen undichten Probekörpern zu ermitteln, deren Gewicht im vorhinein berechenbar und ihre richtige Erzeugung nachträglich durch die Wage festzustellen ist.

[1]) Siehe Abhandlung: „Vergleichende Untersuchungen der Romanzemente und Prüfung ihrer Verwertung in der Praxis" von Constant Zielinszki und Josef Zhuk. Schriften des Budapester Kongresses 1901.

Digitized by Google

Bevor jedoch die Kommission diesen Beschluß, faßte hat sie mit Vorproben neuerdings zweifelfrei festgestellt, daß das Gewicht der richtig hergestellten Probekörper im vorhinein tatsächlich berechenbar ist, vorausgesetzt, daß das Volumen des Probekörpers, die spezifischen Gewichte der zu den Probekörpern zu verwendenden Materialien und endlich das Mischungsverhältnis im vorhinein bestimmt und bekannt sind. Sie hat sich daher früher überzeugt, daß sie ihre Aufgabe — das Studium des Verhaltens der verschiedenen Materialien bei den verschiedenen Mischungsverhältnissen — auf keine andere Weise auf einheitliche Basis stellen und besonders die Güte der Probekörper mit keiner anderen Methode so genügend kontrollieren kann, als mit diesem Verfahren. Es ist nun zweifellos festgestellt, daß, ohne diese beiden Grundbedingungen zu erfüllen, keine zu einem vergleichenden Studium geeigneten Resultate zu erreichen sind.

Nämlich wenn wir mit verschiedenen Mischungsverhältnissen arbeiten wollen, so führt keine der bis jetzt verwendeten Methoden zu Resultaten, welche beim vergleichenden Studium eine einheitliche Basis für charakterisierende Folgerungen bieten würde, nur das von der Kommission angewandte Verfahren. Weder die Vereinheitlichung der zur Herstellung der Probekörper aufgewandten mechanischen Arbeit, wie sie die für vergleichende Proben heute gebrauchten Normen vorschreiben, noch die vorherige Vorschreibung der durchschnittlichen Dichte der Probekörper, wie das Frey (Luterbach) — ohne die spezifischen Gewichte der zu den Probekörpern verwendeten Materialien zu berücksichtigen — vorschlägt (welcher Vorschlag auch von Prof. Schüle, Zürich, unterstützt wird), bieten die erforderliche einheitliche Basis.

I. Die untersuchten Bindemittel.

Die ungarischen Romanzemente werden aus den in den verschiedenen Gegenden des Landes vorkommenden Kalkmergeln verschiedener Zusammensetzung gebrannt, zeigen daher — wie dies aus der Tabelle 1 ersichtlich ist, wesentliche Unterschiede des Kalkgehaltes.

Dieser Unterschied des Kalkgehaltes ist für die einzelnen Erzeugnisse vollkommen charakteristisch. Laut unseren, auf Jahrzehnte zurückgreifenden Erfahrungen sind die charakteristischen Eigenschaften unserer kalkreichen Romanzemente in der Praxis

Digitized by Google

auffallend andere, als die der kalkarmen Romanzemente, obzwar letztere, nach den heute in Gültigkeit stehenden Normen geprüft, wenn auch nicht mit den gleichen Resultaten, doch den Forderungen der Normen ebenfalls entsprechen.

Es hat daher die Kommission die charakteristischen Fabrikate, so der kalkreichen, wie der kalkarmen Romanzemente, in den Kreis ihrer Untersuchungen einbezogen und zur Feststellung jenes Umstandes, daß die von ihr befolgte Methode auch zur Bestimmung der wichtigen Eigenschaften anderer hydraulischen Bindemittel geeignet ist, auch die Prüfung von Portlandzementen in derselben Ausdehnung vorgenommen.

Tabelle 1.

Durchschnittswerte der chemischen Zusammensetzung der untersuchten Romanzemente.

Benennung	Lösliche Silikate	Unlösliche	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Alkalien	Zusammen
Kalkreiche Romanzemente	20·40	2·70	8·73	4·24	58·86	1·55	2·38	1·14	100
Kalkarme Romanzemente	23·90	14·49	8·17	3·64	45·22	2·09	0·72	1·77	100

Tabelle 2.

Chemische Zusammensetzung der untersuchten Portlandzemente.

Benennung	Lösliche Silikate	Unlösliche	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Alkalien	Zusammen
Portlandzement	19·12	0·36	8·32	3·72	63·24	1·34	3·17	0·73	100

Die Resultate der mit Wiener Normalsand ausgeführten Normenprüfung sind für die untersuchten Romanzemente in der Tabelle 3, jene der untersuchten Portlandzemente in der Tabelle 4 angegeben.

Digitized by Google

II. Untersuchte Zuschlagmaterialien.

Das Studium erstreckt sich, außer dem Einfluß der zur Verarbeitung des Zementes verwendeten Wassermenge auf die erreichbare Festigkeit, auch auf die Wirkung der Mischungsverhältnisse und der Qualität der zu dem Mörtel und zum Beton verwendeten Sand- und Schottermaterialien.

Es wurde daher außer dem, nur zu den Normenproben verwendeten Wiener Normalsand auch der in Ungarn in ausgedehntem Maße gebrauchte Donau-Flußsand, eine charakteristische Art des bei uns verwendeten Grubensandes, endlich ein aus Karpathen-Sandstein künstlich hergestellter, gemahlener Sand in den Kreis der Untersuchungen der Kommission einbezogen.

Ebenso wurde bei der Feststellung der mit Beton erreichbaren Festigkeiten die Prüfung nicht nur auf Flußschotter, sondern auch auf den aus Basalt, Kalkstein und aus Backsteinen hergestellten Schlägelschotter ausgedehnt.

Die Kommission hat jedoch ihre Aufgabe durch die Beantwortung der Frage, mit welchem Erfolge die hier aufgezählten verschiedenen Zuschlagmaterialien zur Herstellung des Mörtels und des Betons geeignet sind, nicht als erledigt betrachtet, sondern sie erstreckte ihre Untersuchungen auch auf die Beleuchtung aller derjenigen Fragen, welchen sie ein allgemeines Interesse zuschrieb.

So breitete sie z. B. ihre Beobachtungen auch in jener Richtung aus, welchen Einfluß auf die mit den hydraulischen Bindemitteln erreichbaren Festigkeiten die Korngröße des Sandes ausübt; dann studierte sie die Wirkung der Gleichmäßigkeit oder Verschiedenheit der Korngröße der einzelnen Sande bei sonst gleicher Beschaffenheit des Sandes, sowie auch andere ähnliche, später noch anzuführende Fragen.

A. Sandarten.

Die im späteren Laufe dieses Berichtes ausführlich beschriebenen Probeserien wurden aus folgenden Sandarten hergestellt:

1. Gleichmäßiger Sand.

Gleichmäßigen Sand haben wir den benannt, dessen Korngröße zwischen den 64 und 144 Maschensieben verblieben ist. Ein solcher gleichmäßiger Sand wurde hergestellt:

a) aus Wiener Normalsand,

b) aus Flußsand.

Digitized by Google

Resultate der Normenprüfung der Romanzemente. Tabelle 3.

Benennung	Litergewicht kg			Spezifisches Gewicht	Mahlfeinheit			Bindezeit		Volumen-Beständigkeit		Zugfestigkeit kg pro cm²			Druckfestigkeit kg pro cm²		
	lose eingelaufen	eingesiebt	stark eingerüttelt		Maschensieb	% Rückstand auf dem 900	% Rückstand auf dem 2500	Benutzte Wasserm. %	Minut.	bei der 28-tägigen Kuchen-Probe		Benutzte Wasserm. %	Volumengewicht	nach 7 Tagen	Benütze Wasserm. %	Volumengewicht	nach 28 Tagen
							% durch das 2500 — gefallen			auf der Luft	im Wasser			nach 28 Tagen			
Kalkreicher Romanzement . .	0·620	0·665	1·093	2·88	10·8	9·0	80·2	100	55·5	17	66	bestanden	10·70	2·25	14·3	20·6	10·90	2·24	139·7
Kalkarmer Romanzement . .	0·800	0·868	1·423	2·84	4·6	16·6	78·8	100	41·5	16	102	bestanden	9·85	2·29	6·2	16·0	9·25	2·86	97·8

Resultate der Normenprüfung der Portlandzemente. Tabelle 4.

Benennung	Litergewicht kg			Spezifisches Gewicht	Mahlfeinheit			Bindezeit		Volumen-Beständigkeit		Zugfestigkeit Kg pro cm²			Druckfestigkeit Kg pro cm²		
	lose eingelaufen	eingesiebt	stark eingerüttelt		Maschensieb	% Rückstand auf dem 900	% Rückstand auf dem 2500	Benutzte Wasserm. %	Minut.	bei der 28-tägigen Kuchen-Probe		Benutzte Wasserm. %	Volumengewicht	nach 7 Tagen	Benutzte Wasserm. %	Volumenmenge	nach 28 Tagen
							% durch den 2500 — gefallen			auf der Luft	im Wasser			nach 28 Tagen			
Portlandzement	1·076	1·186	1·700	3·07	3·3	16·7	80·0	100	21·0	135	420	bestanden	7·5	—	21·5	26·4	7·4	—	315·8

Digitized by Google

2. Gemischter Sand.

Bei der Beschreibung unserer Proben nennen wir kurz gemischten Sand die folgenden Sandarten:

a) gewöhnlichen Flußsand von allen Korngrößen, welche auf einem Sieb von 5 mm-Maschenweite durchfielen,

b) aus Karpathen-Sandstein gebrochenen Sand, welcher durch ein 5 mm-Maschensieb durchgefallen ist.

3. Feiner Sand.

In der Folge verstehen wir unter dem Begriff: feiner Sand, einen solchen, welcher durch das 144 mm-Maschensieb durchgefallen ist; zum Namen des feinen Sandes setzen wir immer die nähere Bezeichnung des Urmateriales hinzu, aus welchem derselbe abgesiebt wurde, z. B.:

a) Wiener feiner Sand,

b) feiner Flußsand,

c) feiner Grubensand.

B. Schotterarten.

Die zur Herstellung des Betons verwendeten Schotterarten waren nach Gattung und Korngröße die folgenden:

1. Glatter Kies.

Unter dem Namen des glatten Kieses verstehen wir einen Flußschotter, welcher aus zwei solchen Teilen gemischt war, welche durch ein 20 mm-Maschensieb und einem solchen Teil, welcher durch ein 40 mm-Maschensieb durchgefallen ist.

2. Scharfer Schotter.

a) Kalksteinschotter,

b) Basaltschotter,

c) Ziegelschlag.

Alle drei, ein scharfkantiger Kleinschlag des betreffenden Materiales, gemischt aus einem Teil solcher Korngröße, welcher durch ein 20 mm-Maschensieb, und zwei Teilen solcher Größe, welcher durch ein 50 mm-Maschensieb durchgefallen ist.

III. Ausführungsart der Proben.

Wie schon in der Einleitung erwähnt wurde, hat die Kommission ihre mit vergleichenden Versuchen verbundenen Studien auf dichte und solche poröse Probekörper gegründet, welche

Digitized by Google

vergleichbare Resultate zu bieten geneigt sind, weil ihre Herstellung und die Einheitlichkeit ihrer Zusammensetzung kontrollierbar und mit einfachen Mitteln nachweisbar ist. Wenn nämlich das spezifische Gewicht der zur Verwendung gelangenden Materialien, die Verhältniszahlen ihrer Zusammensetzung, sowie das Volumen des herzustellenden Probekörpers bekannt sind, so ist das Gewicht der richtig hergestellten dichten und porösen Probekörper mittels der weiter unten mitgeteilten Formeln im vorhinein berechenbar. Es kann daher, ganz unabhängig von der zur Erzeugung des Probekörpers verwendeten mechanischen Arbeit und unabhängig von jeder beliebigen willkürlichen Annahme, mit einer einfachen Wage die Herstellung des Probekörpers kontrolliert, respektive die Güte und die zu vergleichenden Studien erwünschte Eignung desselben festgestellt werden.

Nennen wir das spezifische Gewicht des Cementes α, des Sandes β, des Schotters γ und des Wassers 1; die Mischung der Materialien nehmen wir nach Gewichtsteilen vor, wobei das Gewicht des Zementes als Einheit angenommen wird, so charakterisieren wir die Zusammensetzung des Probekörpers vollkommen und einheitlich durch folgende Angaben: Zementgewicht 1, Sandgewicht p, Schottergewicht q und Wassergewicht r. Um aber auch den Zusammenhang zwischen dem Gewicht und dem Volumen der nicht dichten — in der Folge wollen poröse zu nennenden — Körper bestimmen zu können, müssen wir außer den spezifischen Gewichten und dem Mischungsverhältnis noch einen Begriff einführen, nämlich den des Hohlraumkoeffizienten. Unter diesem Begriff verstehen wir das Minimum der Summe der in der Volumeneinheit des betreffenden festen Körpers — wie z. B. Sandes oder Schotters — im lockeren Zustande physisch möglichen Hohlräume.

Die Bestimmung des Hohlraumkoeffizienten kann entweder unmittelbar durch Messung mit dem Volumenometer, oder mittelbar durch Rechnung bestimmt werden, indem wir die Quotienten aus dem Maximum des Volumengewichtes und des spezifischen Gewichtes von der Einheit substrahieren.

Die orientierenden Berechnungen können erleichtert und beschleunigt werden, wenn wir die obigen Werte und ihre in der Berechnung vorkommenden Proportionsziffern, wie folgt, tabellarisch zusammenfassen:

Digitized by Google

		Zement	Sand	Schotter	Wasser
1	Spezifische Gewichte	α	β	γ	1
2	Volumengewichts-Maxima	a^*	b	c	1
3	Mischungsverhältnis-Koeffizienten . . .	1	p	q	r
4	Reziprokwerte der spezif. Gewichte . .	$\frac{1}{\alpha}$	$\frac{1}{\beta}$	$\frac{1}{\gamma}$	r
5	Verhältnis der Volum- u. spezif. Gewichte	$\frac{a}{\alpha}$	$\frac{b}{\beta}$	$\frac{c}{\gamma}$	1
6	Hohlraumkoeffizienten	$1-\frac{a}{\alpha}$	$1-\frac{b}{\beta}$	$1-\frac{c}{\gamma}$	0
7	Quotient aus dem Verhältniskoeffizienten und der spezifischen Gewichte . . .	$\frac{1}{\alpha}$	$\frac{p}{\beta}$	$\frac{q}{\gamma}$	r
8	Quotient aus dem Verhältniskoeffizienten und der Volumengewichte	1	$\frac{p}{b}$	$\frac{q}{c}$	r

Auf Grund dieser Tabelle sind nun die Gewichte der Probekörper mittels folgender Formeln zu berechnen:

A. Gewichte der Breie.

1. Gewicht des dichten Breies vom Volumen V.

$$G = V \cdot \frac{1+r}{\frac{1}{\alpha}+r} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (A1)$$

Der Brei ist dicht, wenn:

$$r > \frac{1}{a} - \frac{1^{**}}{\alpha}$$

2. Gewicht des porösen Breies vom Volumen V.

$$G = V \cdot \frac{1+r}{\frac{1}{a}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (A2)$$

Der Brei ist porös, wenn:

$$r < \frac{1}{a} - \frac{1^{**}}{\alpha}$$

Anmerkung. Die Kommission hat weder das maximale Volumengewicht des Zementes a^*, noch dessen Hohlraumkoeffizienten bestimmt, daher sind die unter ** aufgestellten Kriterien, sowie die Formel A2) vorderhand nur von theoretischer Bedeutung, insolange bis die Bestimmung von a^* gelingen wird.

Digitized by Google

B. Gewichte der Mörtel.

1. Gewicht des dichten Mörtels vom Volumen V.

$$G = V \cdot \frac{1 + p + r}{\frac{1}{\alpha} + \frac{p}{\beta} + r} \quad \ldots\ldots \quad (B1)$$

Der Mörtel ist dicht, wenn die Summe des absoluten Volumens von Wasser und Zement den minimalen Hohlraum des Sandes ausfüllt, also wenn:

$$r > \frac{p}{b}\left(1 - \frac{b}{\beta}\right) - \frac{1}{\alpha}$$

2. Gewicht des porösen Mörtels vom Volumen V.

$$G = V \cdot \frac{1 + p + r}{\frac{p}{b}} \quad \ldots\ldots \quad (B2)$$

Der Mörtel ist porös, wenn der minimale Hohlraum des Sandes durch Wasser und Zement nicht ausgefüllt wird, d. h.:

$$r < \frac{p}{b}\left(1 - \frac{b}{\beta}\right) - \frac{1}{\alpha}$$

C. Gewicht des Betons.

$$G = V \cdot \frac{1 + p + q + r}{\frac{1}{\alpha} + \frac{p}{\beta} + \frac{q}{\gamma} + r} \quad \ldots\ldots \quad (C1)$$

Der Beton wird dicht,

wenn: $p > b\left(1 - \frac{c}{\gamma}\right)\frac{q}{c}$ und $r > \frac{p}{b}\left(1 - \frac{b}{\beta}\right) - \frac{1}{\alpha}$

oder wenn: $p < b\left(1 - \frac{c}{\gamma}\right)\frac{q}{c}$, aber $r > \frac{q}{c}\left(1 - \frac{c}{\gamma}\right) - \left(\frac{1}{\alpha} + \frac{p}{\beta}\right)$

Der Beton wird in beiden Fällen dicht, wenn das Mischungsverhältnis und das verarbeitete Wasser diesen Kriterien genüge leisten; dann sind die Hohlräume des Schotters und Sandes von Zement und Wasser vollkommen ausgefüllt.

2. Gewicht des porösen (undichten) Betons vom Volumen V.

$$G = V \cdot \frac{1 + p + q + r}{\frac{q}{c}} \quad \ldots\ldots \quad (C2)$$

Digitized by Google

wenn: $p < b\left(1-\frac{c}{\gamma}\right)\cdot\frac{q}{c}$ und $r < \frac{q}{c}\left(1-\frac{c}{\gamma}\right)-\left(\frac{1}{\alpha}+\frac{p}{\beta}\right)$

oder aber ist: $$G = V\cdot\frac{1+p+q+r}{\frac{p}{b}+\frac{q}{\gamma}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (C3)$$

wenn: $p > b\left(1-\frac{c}{\gamma}\right)\cdot\frac{q}{c}$, aber $r < \frac{p}{b}\left(1-\frac{b}{\beta}\right)-\frac{1}{\alpha}$

Wir müssen an dieser Stelle noch bemerken, daß wenn man mit der zugegebenen Wassermenge die Wasseraufnahmefähigkeit des Zementes überschreitet, dann in dem abgebundenen Zemente selbstredend weniger Wasser vorhanden sein wird, als zugegeben wurde; damit also das Gewicht des Probekörpers auch in solchen Fällen im vorhinein berechenbar sei, muß r, der Verhältniskoffiezient der Wassermenge in diesen Fällen, den Tatsachen entsprechend richtiggestellt werden.

Die Korrektion von r ist bei unseren Versuchen derartig geschehen, daß nach dem Abbinden des Körpers die nicht gebundene Wassermenge aufs genaueste bestimmt und von der zugegebenen Gesamtwassermenge abgezogen und solcher Weise der korrigierte Wert von r bestimmt wurde. Mit diesem korrigierten Wert von r konnte das Gewicht des Probekörpers genau berechnet werden.

Die Richtigkeit dieses unseres hier beschriebenen Vorganges haben die Resultate der Nachwägung vollkommen gerechtfertigt.

Mit diesen Fällen sind alle Möglichkeiten erschöpft, die bei der Herstellung der Probekörper vorkommen können.

Aus dem obigen ist also zu ersehen, daß das Volumengewicht, respektive das Gewicht des dichtesten und schwersten Probekörpers bei jedem beliebigen Mischungsverhältnis im vorhinein festzustellen ist. Bei der Herstellung des Probekörpers muß also so lange gearbeitet werden, respektive so viel mechanische Arbeit verwendet werden, bis dieses berechnete Gewicht des Körpers erreicht wird, wenn wir bei dem gleichen Mischungsverhältnis Probekörper von gleicher Struktur, also bezüglich ihrer Eigenschaften vergleichbar, sicher herstellen wollen.

Die Art und das Ausmaß der zur Herstellung des Probekörpers verwendeten mechanischen Arbeit ist bei Erfüllung des Kriteriums ganz gleichgültig. Es ist jedoch vom Standpunkt der

Digitized by Google

praktischen Ausführung von Wichtigkeit, daß das berechnete Gewicht des Probekörpers mit den einfachsten Mitteln, respektive durch die am leichtesten auszuführende Art der Bearbeitung erreicht wird.

Während der Arbeit hat sich die Kommission davon überzeugt, daß es unnötig ist für die Herstellung der Probekörper eine einheitliche Methode vorzuschreiben, weil wenn sie auch die Art der Bearbeitung, oder die zur Bearbeitung verwendete mechanische Arbeit, oder Zeit veränderte, dabei aber die strenge Einhaltung des Gewichtes oder — was dasselbe ist — der Dichte der Probekörper forderte, sie bei den, unter gleichen Umständen und nach derselben Zeit erreichten Festigkeiten viel kleinere Abweichungen der Resultate gefunden hat, als wie solche bei den jetzigen, nach streng vorgeschriebener Weise und genau gleicher mechanischer Arbeit ausgeführten Normenproben vorkommen.

Nach dem vorhergesagten ist also leicht zu ersehen, warum die Kommission bei ihren Studien nach dieser beschriebenen Methode vorgegangen ist.

Mit unseren Proben müssen wir als erwiesen betrachten, daß bei dieser Art des Arbeitsvorganges faktisch zum Vergleich geeignete Probekörper gleicher Struktur unabhängig von der Weise und Menge der mechanischen Arbeit hergestellt werden können.

Diese Tatsache findet die Kommission durch ihre, durch Jahre ausgeführten unzähligen Proben derart zweifellos erwiesen, daß sie, gestützt auf ihre gemachten Erfahrungen, vorzuschlagen gestattet, daß diese Methode zur Ausführung von vergleichenden Versuchen verallgemeinert, d. h. für die Normenproben angenommen wird.

Zu diesem Zwecke stellt der ungarische Verein für die Materialprüfungen der Technik dem Kongresse den Antrag:

die Frage in ihrer heutigen Form einer Kommission zuzuweisen, damit diese die Richtigkeit der von uns vorgeschlagenen Methode prüft und sich darüber äußert, ob sie dieselbe für die Festigkeitsversuche der Normenprobe geeignet und zur allgemeinen Vorschreibung würdig findet.

IV. Ausdehnung der Studien.

Nach der ausführlichen Beschreibung unserer Methode müssen wir noch mit einigen Worten das Wesen der mit den einzelnen Zementarten ausgeführten Probeserien charakterisieren.

Digitized by Google

1. Vor allem wurden sämtliche Eigenschaften der in den Kreis unserer Studien einbezogenen Zemente nach den jetzt gebräuchlichen Normenproben bestimmt, damit wir uns von dem Gütegrade nach dem angewöhnten Verfahren orientieren.

2. Demnach wurde untersucht, wie sich der Zement als selbstständiges Bindemittel der Wassermenge gegenüber verhält, mit welcher er verarbeitet wird, respektive inwieferne die Summe der bei der Verarbeitung chemisch und physikalisch gebundenen Wassermenge die Festigkeit beeinflußt. Dann wurde der Fortschritt der Festigkeit an der Luft und unter Wasser studiert und die Gesetze festgelegt, welche die Festigkeit bei dem Fortschreiten der Erhärtungszeit befolgt.

Zu diesen Proben haben wir natürlich bloß aus Zement und Wasser bestehende Körper verwendet, welche wir entsprechend ihrer Verarbeitungs-Konsistenz Breie genannt haben.

3. Nachdem die selbständige Bindekraft des Zements bekannt war, wollten wir feststellen, wie weit diese Bindefähigkeit bei den mit Sand verschiedener Herkunft, Art und Korngröße hergestellten Mörteln zur Geltung gelangt. Besonders wurden die Untersuchungen auf die mit dem gleichen Brei und dem gleichen Sande, doch bei verschiedenen Mischungsverhältnissen erreichbaren Mörtel-Festigkeiten ausgedehnt, damit wir von dem Einflusse des Festigkeitsgrades, des Breiinhaltes, sowie der Porosität auf die Festigkeitsentwicklung ein richtiges Bild gewinnen, ebenso bei Luft-, wie bei Wasserlagerung.

4. Endlich wurde die Bindekraft des Zementes in dem mit Mörteln bereits bekannter Qualität, bei verschiedenen Mischungsverhältnissen, mit verschiedenen Schotterzuschlägen hergestellten Beton untersucht. Beim Beton verwendete die Kommission ebenfalls ihre besondere Aufmerksamkeit auf das Studium des Einflusses der Fettegrade und der Porosität.

Es ist schon aus dieser kurzen Beschreibung zu ersehen, wie ausgebreitet die mit je einem Zemente ausgeführte Versuchsserie war, und wenn man noch in Betracht zieht, daß solche Versuchs-Serien mit 16 Zementen ausgeführt wurden, so können wir uns ein Bild von der Riesenarbeit gestalten, welche von der Kommission bei ihren tiefgehenden, gründlichen und für die richtige Kenntnis der Zemente grundlegenden Studien geleistet wurde.

Unsere Resultate haben wir nach der weiter unten detailiert beschriebenen Weise gruppiert und durch graphische Darstellungen veranschaulicht.

Digitized by Google

A. Graphikons der Breie.

Bei den Breien sind als unabhängig veränderlich bloß die Verhältniszahl r der Wasserbeigabe als Quotient des Zementgewichtes und t die Zeitdauer der Erhärtung — letztere in Tagen oder Wochen ausgedrückt — zu betrachten.

Als abhängig veränderlich haben wir nach der Natur der Sache die Widerstandsfähigkeit der Probekörper gegen Bruch — bezeichnet mit σ — angenommen, ausgedrückt in kg pro cm^2.

So haben wir dann bei den Breien mit einer Kurve, graphisch dargestellt, die Funktionen:

1. $\sigma = f(r)$, bei konstantem t.
2. $\sigma = F(t)$, „ „ r.

B. Graphikons der Mörtel.

Bei den Mörteln ist außer r und t auch noch p die Verhältniszahl der Sandzugabe, als Quotient des Zementgewichtes, unabhängig veränderlich. Daher haben wir bei der graphischen Darstellung die mit den Mörteln erreichten Resultate mit je einer Kurve ersichtlich gemacht:

1. $\sigma = f(r)$ bei konstantem p und t
2. $\sigma = F(t)$ „ „ p „ r
3. $\sigma = \varphi(p)$ „ „ r „ t.

C. Graphikon des Betons.

Beim Beton kommt zu den obigen unabhängig veränderlichen r, p und t noch q, die Verhältniszahl der Schotterzugabe, dazu.

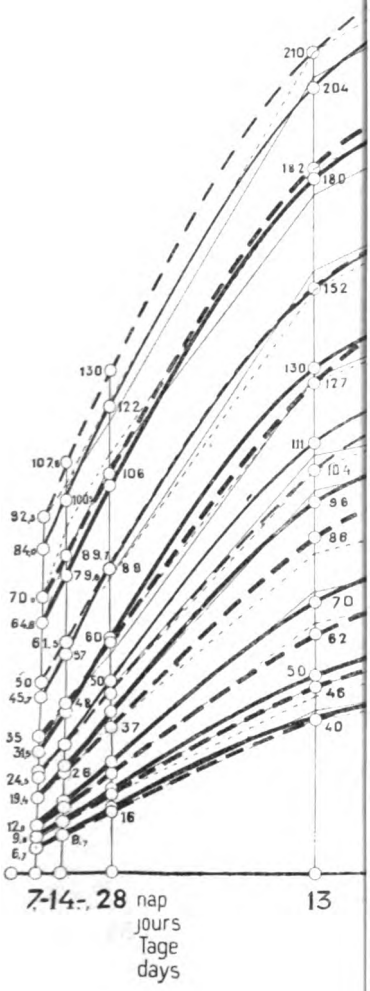
Es kann daher die Erhärtung des Betons durch ebene Kurven nur mit folgenden Bedingungen aufgezeichnet werden:

1. $\sigma = f(r)$ bei konstantem q, p und t
2. $\sigma = F(t)$ „ „ q, p „ r
3. $\sigma = \varphi(p)$ „ „ q, t „ r
4. $\sigma = \psi(q)$ „ „ p, t „ r.

Unsere Proberesultate sind derartig gebucht und in 108 Tabellen zusammengefaßt, daß wir alle oben angegebenen Funktionen als Kurven graphisch darstellen und so über jede der zu beleuchtenden Fragen Orientierung erhalten können.

Hiemit können wir auf die aus den Resultaten gezogenen Folgerungen übergehen.

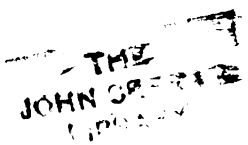
Digitized by Google



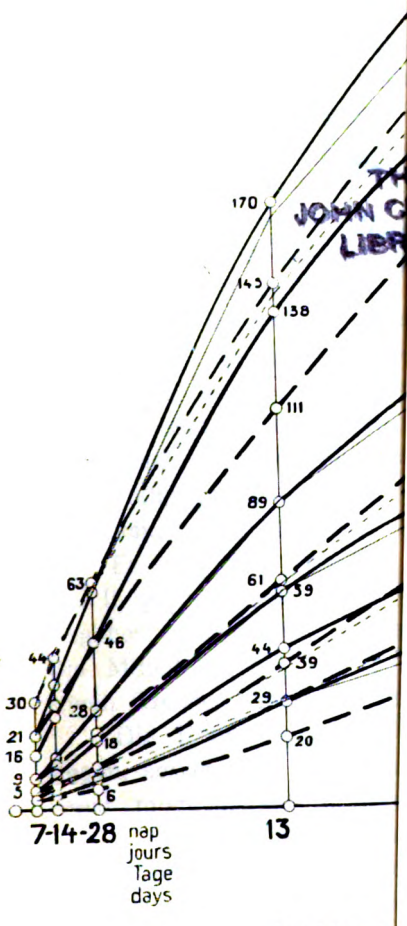
Graph

THE
JOHN CRERAR
LIBRARY

Digitized by Google



Digitized by Google



THE
JOHN CRERAR
LIBRARY

Graphikon V

Digitized by Google

THE
JOHN CRERAR
LIBRARY

Digitized by Google

V. Einfluß des Wassers auf die Erhärtung.

Die Kommission hat, der von ihr übernommenen Aufgabe entsprechend, mit den beiden Hauptarten, nämlich den kalkreichen und den kalkarmen Romanzementen, die gleichen Probeserien durchgeführt.

Von diesen Probeserien sehen wir im Graphikon I die mit den kalkreichen Romanzementen erreichten Festigkeiten, wenn die Verhältniszahl der Wasserzugabe — r — als Quotient des Zementgewichtes gradatim von 0·45, 0·50, 0·55, 0·60, 0·65, 0·70, 0·80, 0·90 bis 1·0 angenommen wurde.

Graphikon II zeigt die mit den kalkarmen Romanzementen erhaltenen Festigkeiten, wobei r gradatim die Werte von 0·45, 0·50, 0·60, 0·70, 0·80 und 0·90 hatte.

Die Verarbeitungsgrenze unserer kalkarmen Romanzemente haben wir bei $r = 0{\cdot}90$ erreicht, während die kalkreichen Romanzemente auch noch mit dem Wasser über $r = 1$ verarbeitbar sind; der Mörtel ist jedoch so dünnflüssig, daß die gewinnbaren Resultate weder praktischen, noch theoretischen Wert mehr hätten; wir haben daher die Proben über $r = 1$ fallen gelassen.

In den Graphikons I und II sind die fertiggestellten Festigkeiten nach der Funktion $\sigma = f(r)$ in einem Koordinatensystem aufgetragen, bei welchem die Abszisse r, die Ordinate σ ist.

Die selbständige Bindekraft unserer Romanzemente ist in den Graphikons mit der Festigkeit der Breie charakterisiert, während die Mörtelfestigkeit durch solche Probekörper festgestellt wurde, welche im Mischungsverhältnisse 1 : 3 mit Wiener Normalsand erzeugt sind.

Es muß noch bemerkt werden, daß die in den Graphikons I und II gebrauchten, sowie auch die weiter noch mitzuteilenden Angaben sich alle auf Wasserlagerung der Probekörper beziehen. Die Mitteilung der bei Luftlagerung erzielten Daten war in den engen Grenzen dieses Berichtes unmöglich.

Die Entwicklung der Festigkeit wurde nach 7, 14 und 28 Tagen, sowie nach 13, 26 und 52 Wochen festgestellt; es ist uns daher möglich, die Funktion $\sigma = f(r)$ für Breie ebenso wie für den Mörtel 1 : 3 in je sechs Kurven darzustellen. Die 7tags Kurve zum Beispiel zeigt uns, wie die 7tags Festigkeit mit wachsender Wasserzugabe fällt, und zwar beziehen sich die vollausgezogenen Linien auf die Breifestigkeiten, während die gestrichelte Linie die Mörtelfestigkeit 1 : 3 bezeichnet.

Digitized by Google

A. Studien auf Grund der Wasserlinien.

Der Kürze halber benennen wir in der Folge die betreffenden Graphikons immer nach den Abszissen, also sind z. B. die Kurven der Graphikons I und II die Wasserlinien. Mdr bezeichnet die kalkreichen und mozr die kalkarmen Romanzemente

1. Wie aus den Graphikons I und II bezüglich der Romanzemente und aus den Graphikons III und IV auch bei den Portlandzementen zu ersehen ist, kann man im allgemeinen sagen, daß bei den Zementen die Festigkeit mit der Erhöhung der Wasserzugabe rapid fällt.

2. Sehen wir, daß die vermindernde Wirkung der Erhöhung des Wasserzusatzes auf die Festigkeit bleibend ist, weil das rasche Abfallen in allen Stadien der Festigkeitsentwicklung festgestellt wurde; ebenso nach 7, 14 und 28 Tagen, wie auch nach 13, 26 und 52 Wochen.

3. Die ungünstige Wirkung des erhöhten Wasserzusatzes wurde nicht nur beim Brei und beim Mörtel, sondern auch beim Beton festgestellt.

Es kann daher gesagt werden, daß die mit den Zementen erreichbaren Festigkeiten, außer von der Qualität des Zementes, in erster Linie und im höchsten Maße vom Wasserzusatze abhängen.

Das dem bei Bauausführungen gebräuchlichen Wasserzusatze entsprechende p ist annähernd gleich dem Durchschnitte, welcher bei unseren Proben verwendet wurde. Wenn wir also in der Nähe dieser Durchschnittswerte des p den Wasserzusatz um 0·1 erhöhen, so kann, im groben Durchschnitt gesprochen, gesagt werden, daß wir die erreichbare Festigkeit um 0·3 vermindern.

Aus der Wasserlinie der Breie und Mörtel können wir den Begriff und das Gesetz der Wertziffern ableiten.

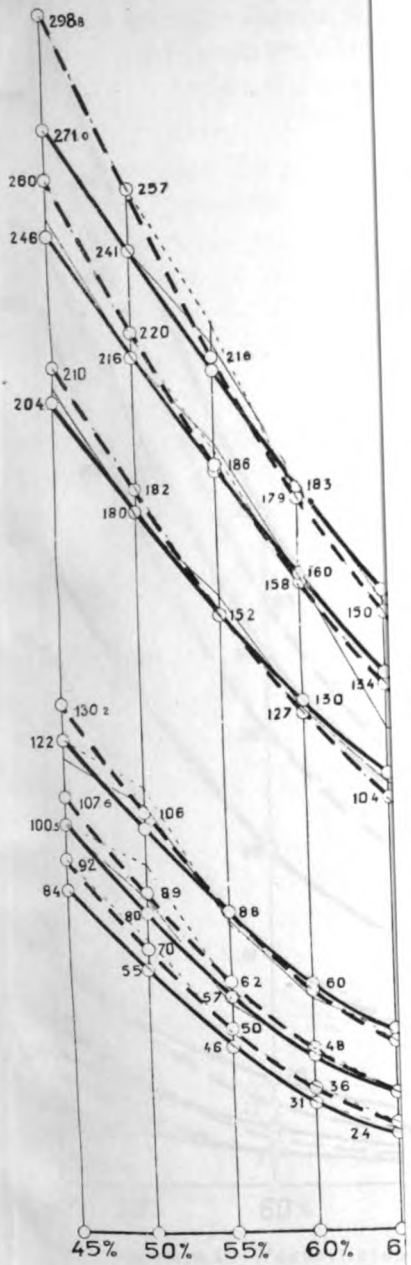
Unter Wertziffer verstehen wir das der Einheit der Festigkeit entsprechende Zementgewicht.

Es sei das Zeichen der Wertziffer $\varkappa$, dann ist:

$$\varkappa = \frac{c}{\sigma}$$

wobei das Gewicht c den Zementinhalt des Probekörpers und σ die Festigkeit bezeichnen.

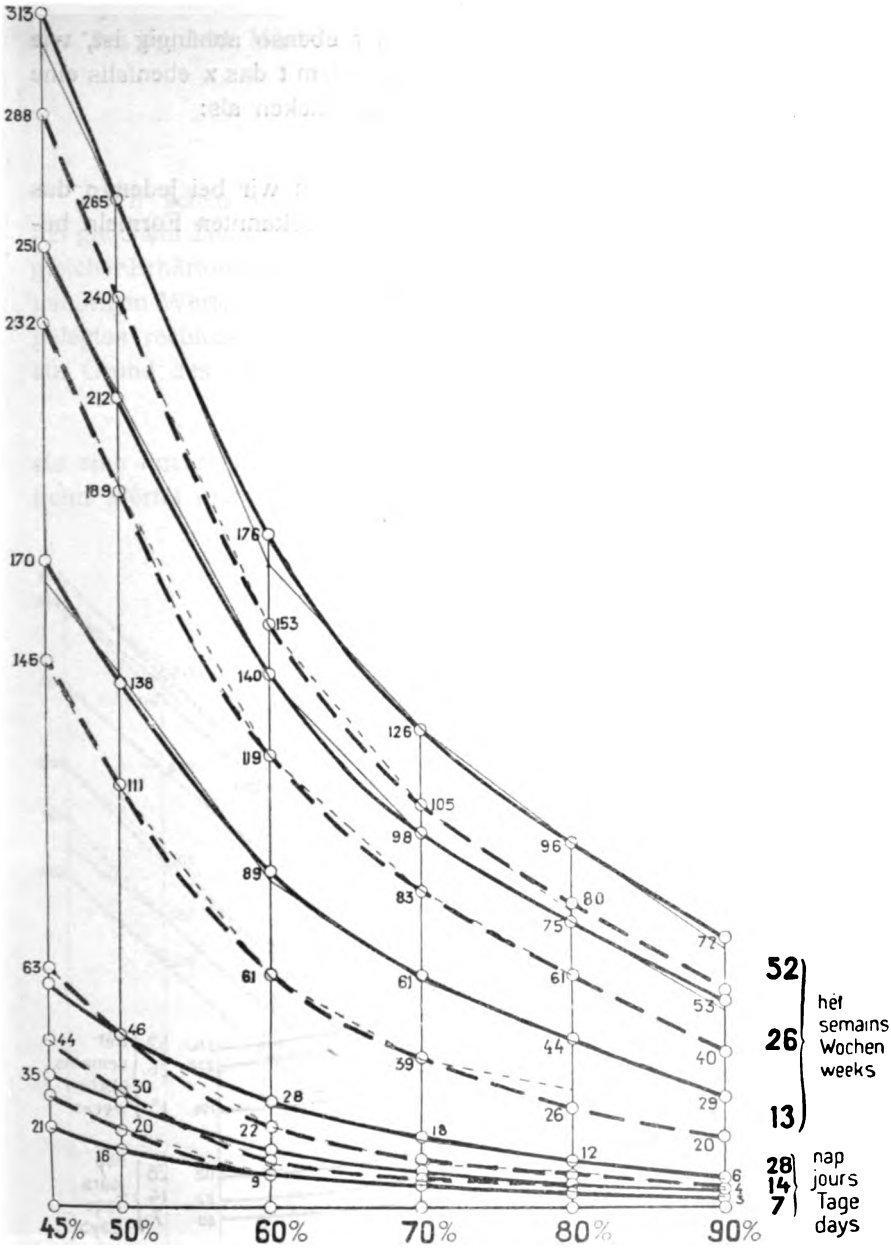
Digitized by Google



Graphikon I. W

Digitized by Google

Digitized by Google



Graphikon II. Wasserlinien der kalkarmen Romanzemente.
$\sigma = f(r)$ kg pro cm².
Breie ————————
Mörtel — — — — — —

Digitized by Google

Mit Rücksicht darauf, daß c von r ebenso abhängig ist, wie bei konstantem t das σ, wird bei konstantem t das ϰ ebenfalls eine Funktion von r, ist also ebenfalls auszudrücken als:

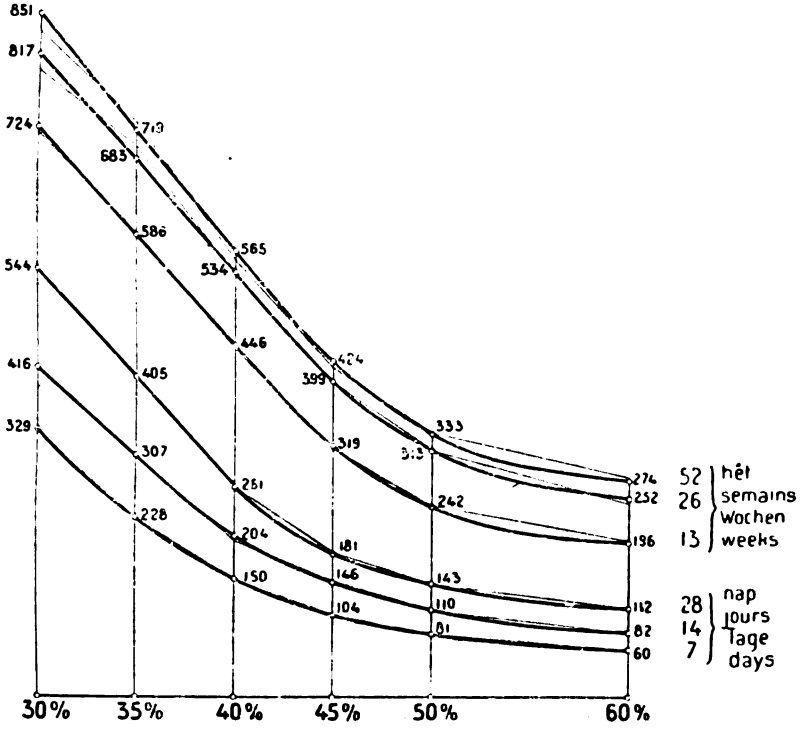
$$\varkappa = \Psi(r)$$

Damit wir auf diese Ψ kommen, haben wir bei jedem σ das zugehörige Zementgewicht auf Grund der bekannten Formeln berechnet. So ist beim Brei:

$$c = V \cdot \frac{1}{\frac{1}{\alpha} + r}$$

bei dichten Mörteln:

$$c = V \cdot \frac{1}{\frac{1}{\alpha} + \frac{p}{\beta} + r}$$



Graphikon III. Wasserlinien des Portlandzementbreies.
σ = f (r) kg pro cm².

Digitized by Google

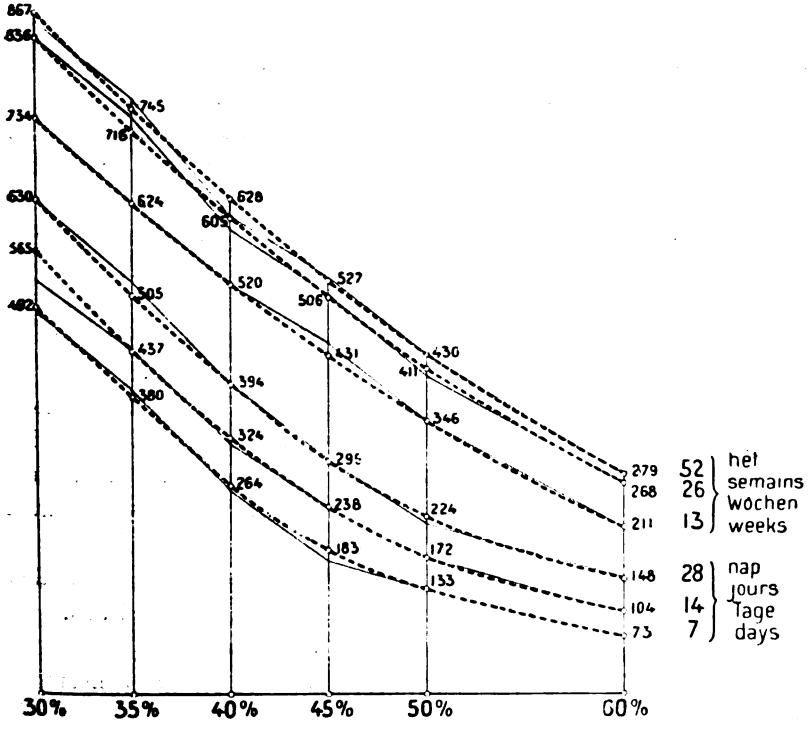
und bei porösen Mörteln:

$$c = V \cdot \frac{1}{\frac{p}{b}}$$

Wir sehen also, daß bei konstantem α, p und t, das heißt bei gleichem Zementgewicht, dem gleichen Mischungsverhältnis und gleicher Erhärtungszeit, χ nur mehr von r abhängig ist. Die zusammengehörigen Werte von r und χ berechnet und auf ein durch r = o gelegtes rechteckiges Koordinatensystem aufgetragen, können wir auf Grund des umstehenden Graphikons III feststellen, daß:

$$\chi = \Psi (r)$$

als eine lineare Funktion zu betrachten ist, ebenso beim Brei, wie beim Mörtel und Beton.



Graphikon IV. Wasserlinien der Portlandzementmörtel.
σ = f (r) kg pro cm².

Digitized by Google

Als Beispiel teilen wir im Graphikon V die aus den 28tägigen Wasserlinien feststellbare Gesetzmäßigkeit der $\varkappa$ mit, welche den mit Probekörpern von 353·5 cm³ Inhalt erreichten Resultaten entspricht.

Bei Breien aus:

Mdr. . . . . ist $\varkappa = 0{\cdot}216\ r - 6{\cdot}6$; Richtungstangente $= 0{\cdot}216$
Mszr. . . . „ $\varkappa = 0{\cdot}44\ r - 12$; „ $= 0{\cdot}440$
Portlandzement „ $\varkappa = 0{\cdot}08\ r - 1{\cdot}2$; „ $= 0{\cdot}080$

Bei Mörteln aus:

Mdr. . . . . ist $\varkappa = 0{\cdot}142\ r - 5{\cdot}6$; Richtungstangente $= 0{\cdot}142$
Mszr. . . . „ $\varkappa = 0{\cdot}40\ r - 14{\cdot}2$; „ $= 0{\cdot}364$
Portlandzement u.
Donausand . „ $\varkappa = 0{\cdot}028\ r - 0{\cdot}6$; „ $= 0{\cdot}028$

Nach unseren Erfahrungen entspricht also der Gesetzmäßigkeit des $\varkappa$ im allgemeinen folgende Formel:

$$\varkappa = n \,.\, r - m$$

wo n die Richtungstangente der Linie bildet.

Aus dem mitgeteilten Beispiel ist zu ersehen, daß die Richtungstangente der Wertziffer oder des Wertkoeffizienten bei den Mszr. immer den doppelten Wert hat, als bei den Mdr., folglich ist die Linie der Wertkoeffizienten bei den Mszr. steiler, wie bei den Mdr. Zementen. Weiters ist die Wertlinie der Romanzemente unverhältnismäßig steiler, wie jene der Portlandzemente.

Im allgemeinen kann festgestellt werden, daß das der Festigkeitseinheit entsprechende Zementgewicht mit der Erhöhung des Wasserzusatzes proportionell wächst.

Die Proportionalitäts-Koeffizienten oder — Wertkoeffizienten — sind bei den verschiedenen Zementen wesentlich abweichend. Bei den von uns untersuchten Zementen erreicht dieser Koeffizient das Maximum beim schwächsten Mszr. Zement und das Minimum beim stärksten, beim Portlandzement.

Es kann als Regel betrachtet werden, daß die Güte des Zementes im ungekehrten Verhältnis mit seinem so definierten Wertkoeffizienten steht.

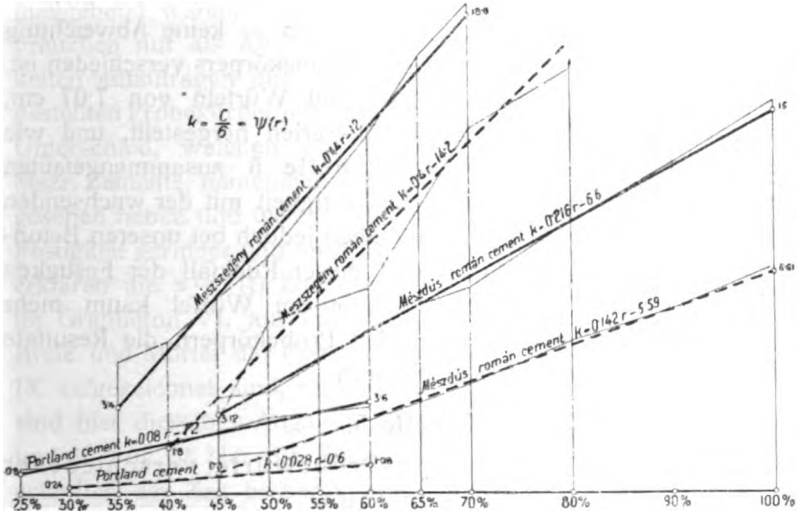
Als sehr wertvoll können wir die Feststellung des Umstandes betrachten, daß:

$$\varkappa = \frac{c}{\sigma} = \psi\,(r)$$

Digitized by Google

bei gleichem p und t, bei einem beliebigen Zement, ein lineares Gesetz befolgt; denn diese Tatsache eröffnet den Weg zur Möglichkeit, bei irgendeinem Zement auf die zu demselben p und t gehörigen sämtlichen erreichbaren Festigkeiten zu folgern; wir brauchen nur mit zwei, möglichst verschiedenen und zu den Grenzwerten möglichst naheliegenden Werten von r zwei Versuche auszuführen. Bei Mörteln ist zu diesem Zweck das richtigste, als unteren Grenzwert von r

$$r = \frac{p}{b}\left(1 - \frac{b}{\beta}\right) - \frac{1}{\alpha}$$



Graphikon V.

Linien der Wertziffern bei Roman- und Portlandzementen.

Breie ————————

Mörtel — — — — —

anzunehmen, während als oberer Grenzwert die Wasseraufnahmefähigkeit des Zementes angenommen werden kann.

Wenn wir auf diese Weise die zwei zusammengehörigen Werte von r und σ für irgendeine Erhärtungsdauer und ein gewisses Mischungsverhältnis bestimmt haben, so können wir die Werte der zwei unbestimmten Konstanten m und n in der Formel

$$\sigma = n \cdot r - m$$

Digitized by Google

berechnen, worauf das jeder beliebigen Wasserzugabe r entsprechende $\varkappa$, und dann, auf Grund der obigen Formeln c, endlich mit der Formel $\sigma = \frac{c}{\varkappa}$ auch σ, berechenbar sind.

So haben wir begründet den Weg gezeigt, auf welchem die sämtlichen Werte einer Probe-Serie auf Grund von zwei Versuchen im vorhinein berechenbar sind. Wir erlauben uns, die Aufmerksamkeit des Kongresses auf dieses Resultat besonders hinzulenken!

Wir müssen jedoch bemerken, daß wir unsere Aufmerksamkeit jener Frage zugewendet haben, ob sich bei den gleichen Zuschlagmaterialien, den gleichen Mischungsverhältnissen und bei gleicher Erhärtungsdauer in der Bruchfestigkeit — σ — keine Abweichung zeigt, wenn das Volumen — V — des Probekörpers verschieden ist.

Wir haben zu diesem Zwecke mit Würfeln von 7·07 cm, 15 cm und 30 cm Kantenlänge Probe-Serien hergestellt, und wie es die in der unten stehenden Tabelle 5 zusammengefaßten Resultate zeigen, gefunden, daß die Festigkeit mit der wachsenden Größe des Probekörpers fällt; wir haben jedoch bei unseren Betonproben die Erfahrung gemacht, daß dieser Rückfall der Festigkeit bei den 30 cm Würfeln gegen die 50 cm Würfel kaum mehr bemerkbar ist, weil bei diesen beiden Probekörpern die Resultate schon ziemlich übereinstimmend waren.

Tabelle 5.

28-Tag-Festigkeiten der Beton-Probewürfel verschiedener Kantenlänge.

Benennung	Mischungsverhältnis in Gewichtsteilen	Kantenlänge in cm der erdfeuchten Betonprobekörper				Kantenlänge in cm der plastischen Betonprobekörper			
		7*	15	30	50	7*	15	30	50
		28 Tag-Festigkeit kg/cm²				28 Tag-Festigkeit kg/cm²			
Kalkreicher Romanzement .	1:4:4	67·9	33·4	32·4	31·3	43·0	21·0	18·1	17·2
Portlandzement .	1:3:3	291·8	156·6	149·0	142·7	144·5	105·4	89·5	89·6

*) Der Beton dieser kleinen Probekörper war mit feinerem Schotter hergestellt, als jener der übrigen.

Digitized by Google

Wir dürfen daher Wertkoeffizienten, welche für die Praxis von Belang sind, d. h. solche, aus welchen wir auf den Vergleich der Preise und Bewertung der Zemente einen Schluß ziehen wollen, nur aus den Resultaten größerer Probekörper bestimmen.

Auf die Art des Preis- und Wertververgleiches wollen wir uns im Rahmen dieses Berichtes nicht ausbreiten, sondern setzen die weitere Analysierung der Eigenschaften der Zemente auf Grund unserer Proberesultate fort.

B. Studien auf Grund der Zeitlinien.

Auf Grund derselben Angaben, welche bei den Wasserlinien maßgebend waren, können wir auch die Zeitlinien aufzeichnen, wir brauchen nur als Abscisse die Zeiten und als Ordinate die Festigkeiten aufzutragen und die Resultate der mit dem gleichen r hergestellten Probekörper mit einer Kurve zu verbinden. Den auffallenden Unterschied, welchen wir bei den Wasserlinien der Mdr. und Mszr. Zemente, namentlich bei den 7-, 14-, und 28-Tags-Festigkeiten gesehen haben und welcher Unterschied bei der 13- und 26-Wochen-Festigkeit geringer und nach 52 Wochen beinahe ganz verschwindet, erklären die $\sigma = f(t)$ Zeitlinien, welche bezüglich der Mdr. Zemente im Graphikon VI, auf die Mszr. im Graphikon VII und über die Breie und Mörtel der Portlandzemente in den Graphikons VIII und IX aufgezeichnet sind, viel besser, wie die ersteren. Wie erwähnt, sind hier dieselben Angaben aufgetragen, wie in den Graphikons I und II, nur ist hier die Entwicklung der Festigkeit mit dem Fortschreiten der Zeit besser veranschaulicht.

Die Zeitlinien der vorgelegten vier Graphikons bieten jedoch bloß einen allgemeinen Überblick über die mit dem Fortschreiten der Zeit erfolgende Entwicklung der Festigkeit.

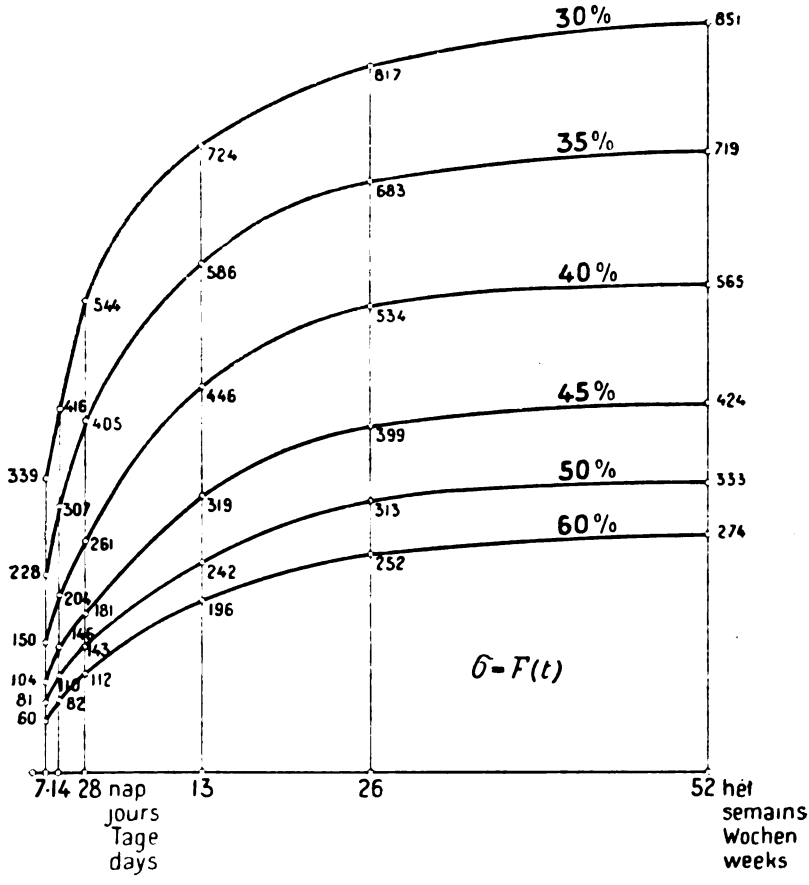
Nach diesem sollte man glauben, daß das Gesetz der Festigkeitsentwicklung bei den charakteristisch verschiedenen Mdr. und Mszr. Zementen das gleiche wäre. Und doch ist die Entwicklung der Festigkeit dieser beiden Zementarten, namentlich in der für ihre praktische Verwendung wichtigsten Zeit der Anfangsperiode, also in den ersten Wochen nach dem Einbau, grundverschieden.

Es muß daher vor allem das allgemeine Bild in das richtige Licht gestellt werden. Daher befassen wir uns zuerst mit den Graphikons X und XI, in welchen die Zeitlinien der Mszr. Zemente bloß für die ersten 91 Tage, also in größerem Maßstabe auf-

Digitized by Google

gezeichnet sind und die Linien des Graphikons VII gesondert, im Graphikon X für die Breie und im Graphikon XI für die Mörtel im Anfangsstadium der Erhärtungsentwicklnng vorgeführt sind.

Im Interesse des übersichtlicheren und erfolgreicheren Studiums müssen wir noch zwei neue Begriffe einführen, die der Geschwindigkeit und der Beschleunigung der Festigkeitsentwicklung.

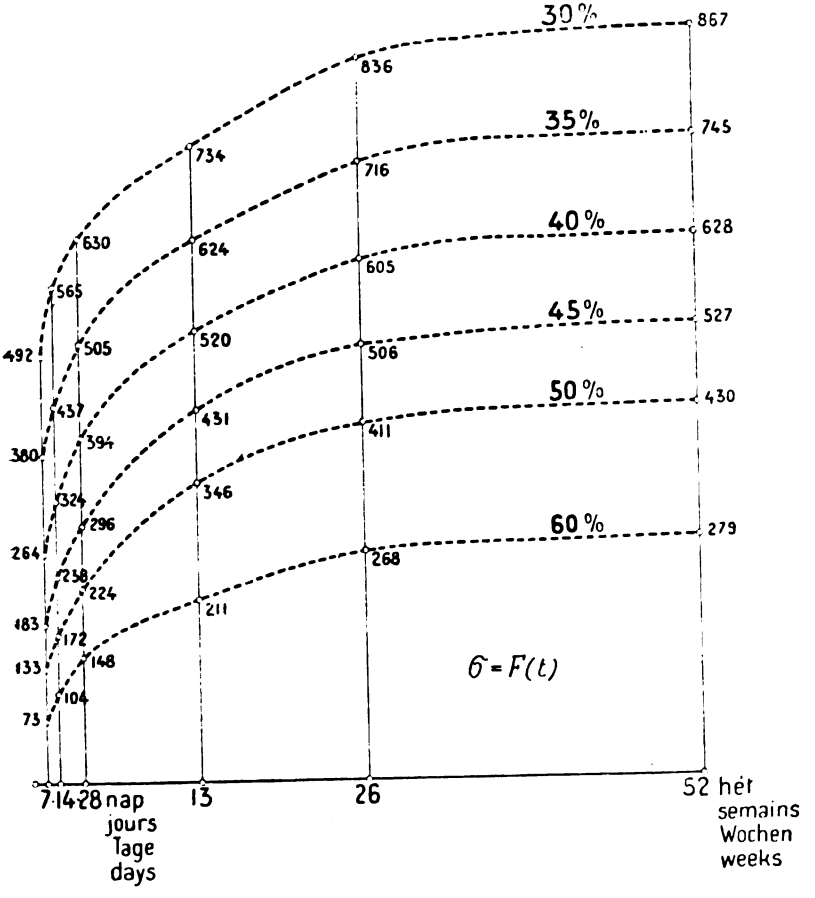


Graphikon VIII. Zeitlinien der Portlandzement-Breie.

Es folgt aus der Natur der Sache, daß der Gedanke zur Einbeziehung dieser beiden Begriffe in diesen Gegenstandskreis naheliegt, indem der Fortschritt der Festigkeit, in Form der Zeitlinien dargestellt, ebenso eine Funktion der Zeit ist, wie z. B. der

Digitized by Google

Weg beim Studium der Bewegung. Um nun die, mit dem Fortschritt der Zeit, nach einem gewissen Gesetz erfolgenden Veränderungen des Weges analysieren zu können, können die Begriffe der Geschwindigkeit und der Beschleunigung nicht entbehrt werden. Nachdem die Festigkeits-Entwicklung ganz derselben Natur ist, verstehen



Graphikon IX. Zeitlinien der Portlandzement-Mörtel.

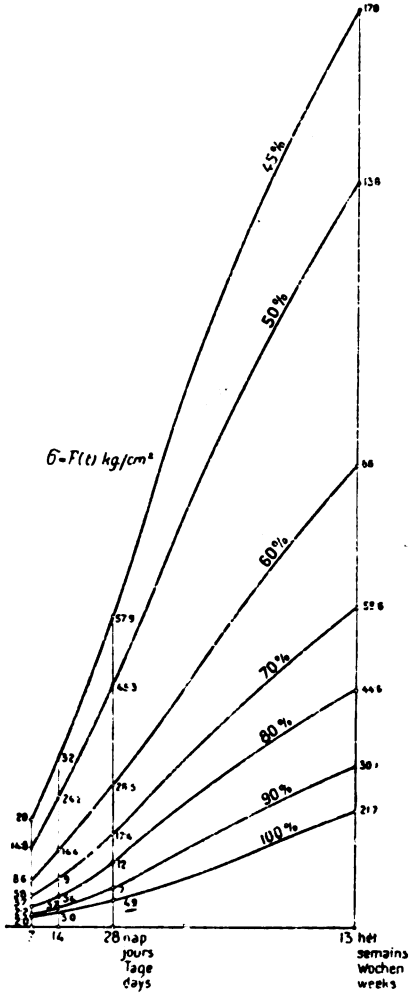
wir unter der Geschwindigkeit der Erhärtung das Verhältnis der Festigkeitsänderung zu der Zeitänderung und unter der Beschleunigung der Erhärtung das Verhältnis der Veränderung der Erhärtungs-Geschwindigkeit zur Dauer der Veränderung.

Digitized by Google

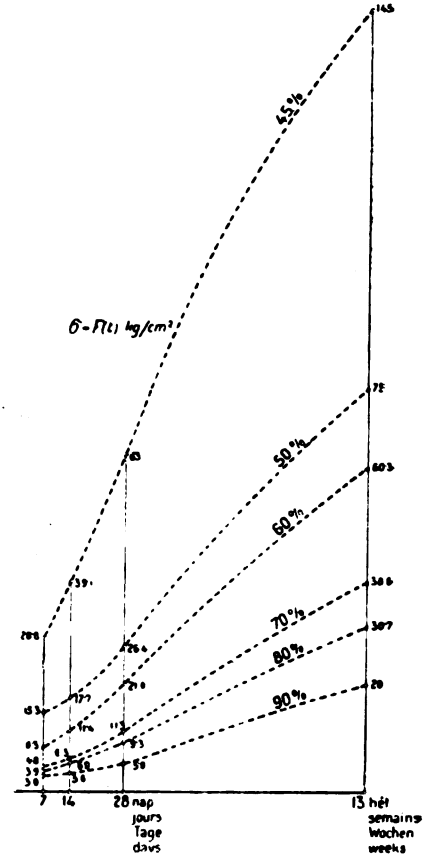
Mit analytischen Zeichen können wir dies folgenderweise bildlich zum Ausdruck bringen:

Die Zeitlinie wird bei konstantem r und p ausgedrückt durch:

$$\sigma = F(t)$$



Graphikon X. Zeitlinien der kalkarmen Romanzement-Breie von der 1.—13. Woche.



Graphikon XI. Zeitlinien der kalkarmen Romanzement-Mörtel von der 1.—13. Woche.

Digitized by Google

die Geschwindigkeit der Erhärtung ist:

$$e = \frac{d\sigma}{dt} = F'(t)$$

und die Beschleunigung der Erhärtung:

$$g = \frac{d^2\sigma}{dt^2} = F''(t).$$

Um die Funktionen $F'(t)$ und $F''(t)$ durch Differenzierung ableiten zu können, ist es nötig, daß die Funktion $\sigma = F(t)$ in eine analytische Form gebracht wird. Dies wäre nur dann möglich, wenn wir die Resultate von mindestens 5 Proben in Rechnung ziehen würden, und würde auch dann voraussichtlich zu einer schwer zu handhabenden analytischen Formel führen.

Daher ist für den Zweck einer übersichtlichen Studie der graphische Weg viel geeigneter. Wir werden daher diesen befolgen. Zur Berechnung von Orientierungs-Werten teilen wir zwar einfache Formeln mit, welche von den Resultaten der graphischen Analyse auf Grund willkürlicher Annahmen geleitet sind, um auch in jenen Fällen Stützpunkte zur Orientierung zu besitzen, wenn wir den graphischen Weg aus irgendeinem Grunde nicht befolgen könnten.

Als Beispiel sind in den Graphikons XII, XIII und XIV die Gesetze der Erhärtung der Mdr., Mszr. und der Portlandzemente vorgeführt, und zwar für die Breie aus Romanzement bei $r = 0{\cdot}6$, für Portlandzement-Breie bei $r = 0{\cdot}4$, endlich für Mörtel bei $p = 3$. Zuerst wurde auf Grund der Proberesultate die Funktion:

$$\sigma = F(t)$$

aufgetragen und für Breie mit vollen, für Mörtel mit gestrichelten Linien ausgezogen.

Nun wurde nach dem bekannten Vorgang graphisch differenziert und die Kurve:

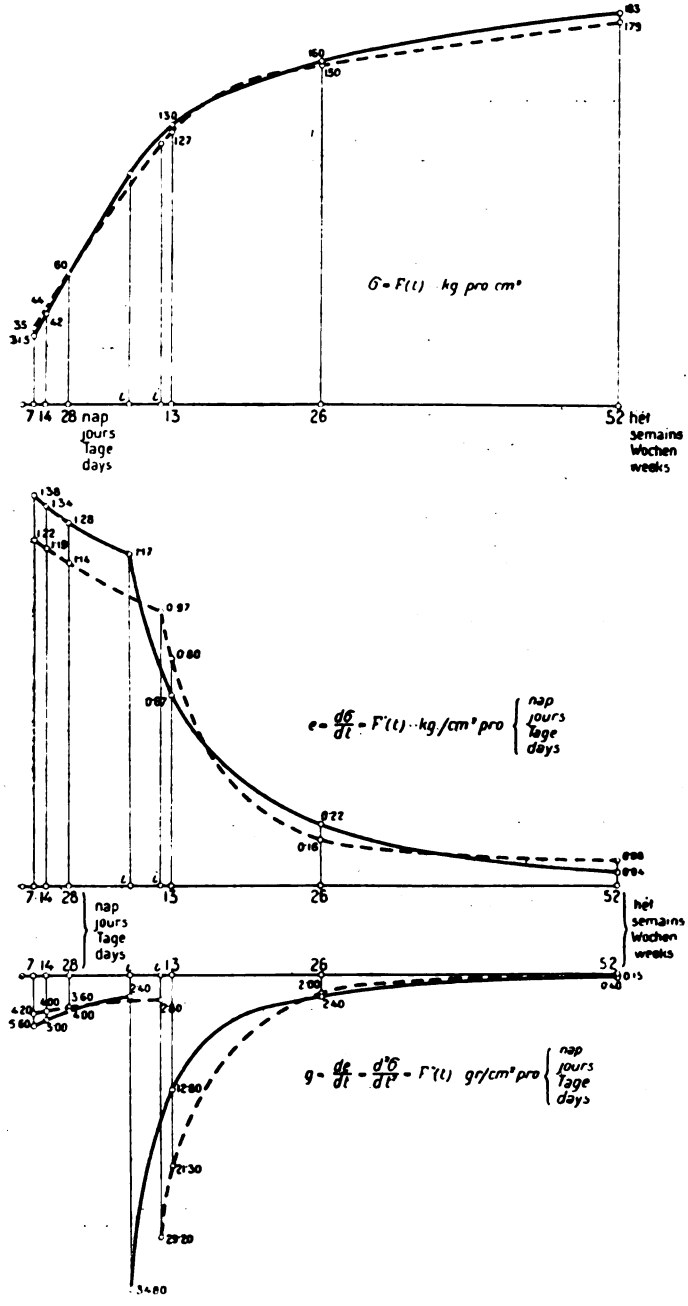
$$e = \frac{d\sigma}{dt} F'(t)$$

aufgezeichnet, und endlich gelangten wir nach einer zweiten Differenzierung zur Kurve:

$$g = \frac{d^2\sigma}{dt^2} = F''(t).$$

Die Zeitlinien selbst zeigen nur insoferne Abweichungen, daß während die Wasserlinien der Mdr.- und Portlandzemente gegen die Abscissenachse konkav sind, die Zeitlinien der Mszr.-Zemente

Digitized by Google

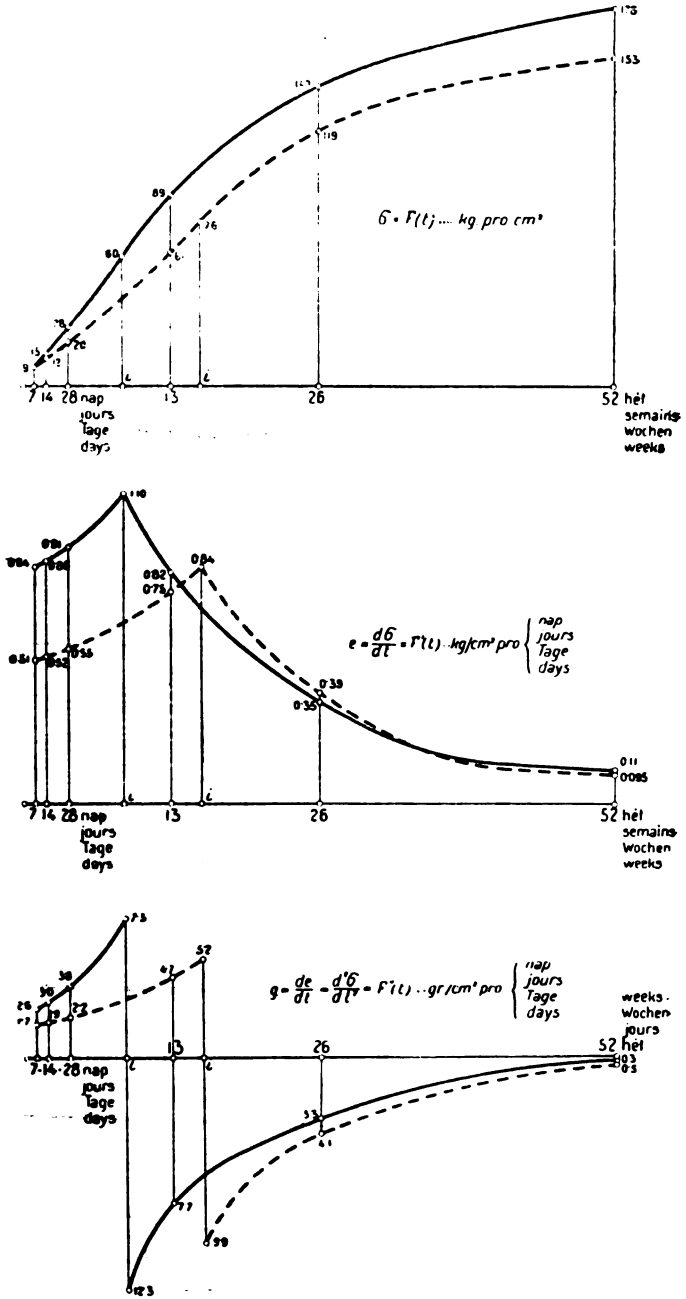


Graphikon XII. Geschwindigkeit und Beschleunigung der Erhärtung der kalkreichen Romanzement-Breie und Mörtel.

Breie ——————— - -

Mörtel — — — — —

Digitized by Google

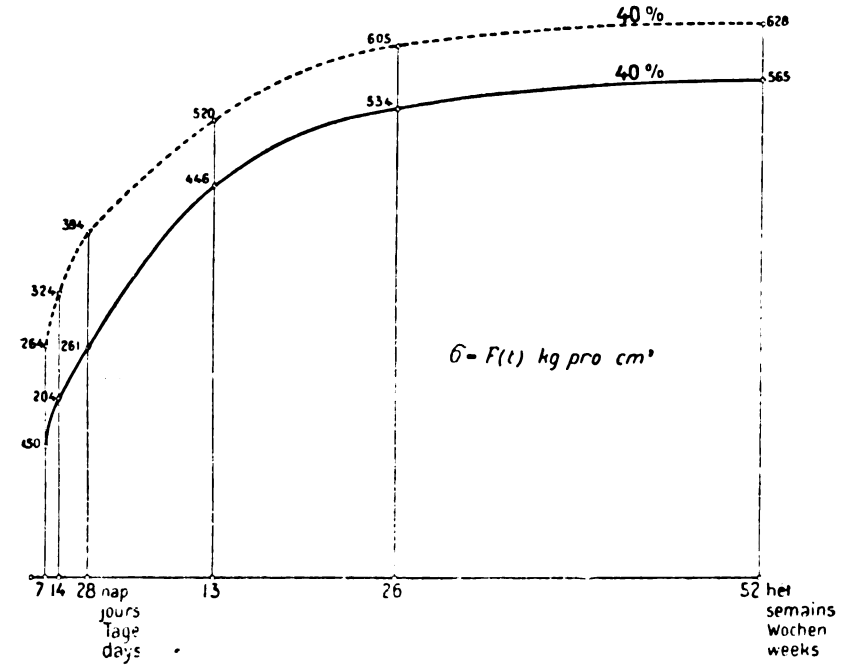


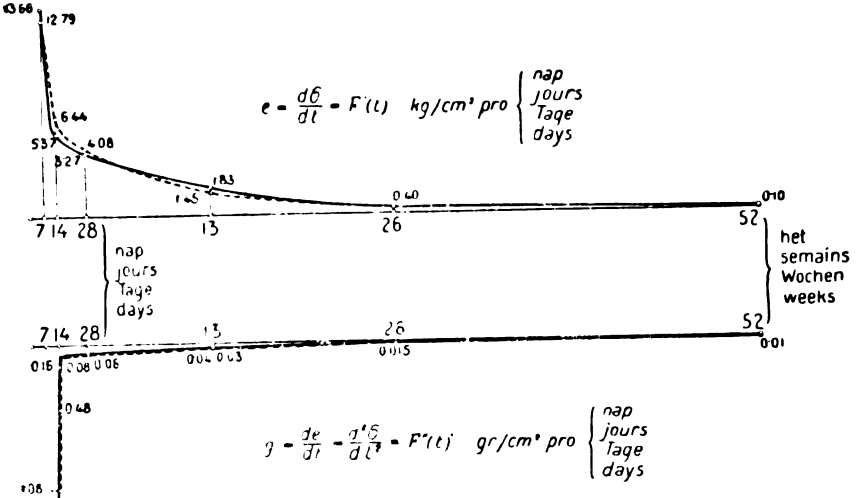
Graphikon XIII. Geschwindigkeit und Beschleunigung der Erhärtung der kalkarmen Romanzement-Breie und Mörtel.

Breie ————————

Mörtel — — — — —

Digitized by Google





Graphikon XIV.

Geschwindigkeit und Beschleunigung der Erhärtung der Portlandzement-Breie und Mörtel.

Breie —. ————

Mörtel - - — - — —

Digitized by Google

im Anfang konkav sind und dann in die konvexe Form übergehen, das heißt, sie haben einen Inflexions-Punkt, was jedoch nicht sehr auffallend ist.

Wenn wir jedoch einen Blick auf die, die Entwickelung der Erhärtungs-Geschwindigkeit charakterisierenden Kurven $e = F'(t)$ und $g = F''(t)$ werfen, so sehen wir schon auffällige Unterschiede.

Und zwar:

1. Die Beschleunigung der Erhärtung der kalkreichen Roman- und der Portlandzemente ist immer negativ; ihr absoluter Wert vermindert sich und erreicht das Maximum bei $t = o$.

Hingegen ist die Beschleunigung der Erhärtung der kalkarmen Romanzemente bis zum Eintritte der Inflexion positiv und wachsend; nach diesem Zeitpunkte ist sie negativ und ihr absoluler Wert fallend.

2. Die Erhärtungsgeschwindigkeit, wir können auch sagen die Energie der Abbindung ist bei den Mdr.-Zementen positiv und erreicht das Maximum bei $t = o$.

Die Erhärtungsgeschwindigkeit der Mszr.-Zemente ist zwar auch positiv, erreicht jedoch das Maximum beim Eintritt der Inflexion, bei dem vorgeführten Beispiel nach 4 bis 6 Wochen.

Der charakteristische Unterschied in der Festigkeitsentwicklung der Mdr.- und der Mszr.-Zemente zeigt sich also in dem Gesetze der Erhärtung oder der Abbindungs-Energie.

Bei den Mszr.-Zementen ist also die langsame Entwicklung der Festigkeit der schwachen Anfangs-Energie während der 7, 14 und 28 Tags- und der 13 Wochen-Erhärtungs-Periode, zuzuschreiben; und die in diesen Zeitpunkten gefundenen schwachen Bruchfestigkeiten sind auch Folgen desselben Umstandes. Aus der Zunahme der Energie bis zum Inflexions-Punkte, und aus seinem schwachen Rückgang nach dem Eintritt des Maximums erklärt sich auch jene Beobachtung, daß die im Anfang schwachen Mszr.-Zemente nach späteren Zeiten die Festigkeiten der Mdr.-Zemente erreichen.

Aus der Kenntnis dieser Tatsache können wir für die praktische Verwendung der Zemente und im allgemeinen der hydraulischen Bindemittel sehr wertvolle Schlüsse ziehen.

In allen Fällen nämlich, in welchen wir bei unseren Bauten von dem eingebauten Mörtel oder Beton bereits nach kurzer Zeit

Digitized by Google

eine gewisse Festigkeit fordern, dürfen wir rationell nur solche Zementarten verwenden, welche eine große Anfangs-Energie besitzen.

Aus dem Gesagten ist leicht zu ersehen, daß es in der Praxis von großer Wichtigkeit ist, zu wissen, ob die Festigkeit des zu unserer Verfügung stehenden Zementes mit dem Maximum der Energie angeht oder nicht. Hievon können wir uns leicht überzeugen durch drei Versuche, welche wir mit dem gleichen r und bei Mörteln mit dem gleichen p ausführen, und die Festigkeit gleich bei ihrem Beginne in zwei kurz aufeinanderfolgenden Zeitabschnitten bestimmen.

Es sei zum Beispiel: $t_1 = 7$; $t_2 = 14$ und $t_3 = 28$ Tage.

Wenn der Festigkeits-Koeffizient, nach t_1 . . . . σ_1
„ t_2 . . . . σ_2
und „ t_3 . . . . σ_3

beträgt, so wird je nachdem:

$\sigma_2 - \sigma_1 \lessgtr (t_2 - t_1) \frac{\sigma_3 - \sigma_1}{t_3 - t_1}$ ist, die Zeitlinie der Erhärtung gegen die Abscissenachse konkav oder konvex.

Wenn: $\sigma_2 - \sigma_1 < (t_2 - t_1) \frac{\sigma_3 - \sigma_1}{t_3 - t_1}$ . . . . . 1a.

so ist die Zeitlinie konvex, und hieraus folgt, daß die Beschleunigung positiv ist und der Erhärtungsbeginn nicht mit dem Maximum der Energie angeht. Die Anfangs-Energie, oder die Geschwindigkeit des Erhärtungsbeginnes ergibt sich in diesem Falle mit:

$$e = \frac{(t_3 - t_1)\frac{\sigma_2 - \sigma_1}{t_2 - t_1} - (t_2 - t_1)\frac{\sigma_3 - \sigma_1}{t_3 - t_1}}{t_3 - t_2}$$

Wenn hierin σ in kg/cm² und t in Tagen eingeführt ist, so bekommen wir e in kg/cm² pro Tag.

Der ziffernmäßige Wert der Erhärtungs-Beschleunigung hat für uns vorderhand weniger Interesse wie sein Vorzeichen. Daß dieses Vorzeichen negativ ist, hat die Konvexität der Zeitlinie gegen die Abscisse bereits entschieden. Aus unseren Graphikons sehen wir, daß die in diesem Sinne konvexen Zeitlinien einen Inflexions-Punkt haben und das Energie-Maximum in diesem Punkte auftritt.

Die Bestimmung des Energie-Maximums mit einfachen Formeln ist in diesem Falle schwerfällig und empfiehlt sich hiezu vielmehr der bereits beschriebene graphische Weg.

Digitized by Google

Wenn wir jedoch die Erhärtungs-Geschwindigkeit am letzten, z. B. 28. Tage der Festigkeits-Untersuchung kennen wollen, so müssen wir noch zwei vorhergehende Versuchs-Resultate, z. B. die von 7 und 14 Tagen in Rücksicht ziehen, und können wir dann die folgende Formel verwenden:

$$e = \frac{(t_3 - t_1)\,\frac{\sigma_3 - \sigma_2}{t_3 - t_2}\,(t_3 - t_2)\,\frac{\sigma_3 - \sigma_1}{t_3 - t_1}}{t_2 - t_1}$$

Das so gewonnene Resultat ist kg/cm² pro Tag.

Wenn: $\sigma_2 - \sigma_1 > (t_2 - t_1)\,\frac{\sigma_3 - \sigma_1}{t_3 - t_1}$ 2a

dann ist die Zeitlinie konkav, und hieraus folgt, daß die Beschleunigung negativ ist, und der Festigkeits-Beginn mit dem Maximum der Energie geschieht.

Die Anfangs-Energie ist in diesem Falle zugleich das Energie-Maximum und beträgt ihr ziffernmäßiger Wert:

$$e = \frac{\sigma_3 - \sigma_2}{(\sigma_3 - \sigma_1)\,\frac{t_2 - t_1}{\sigma_2 - \sigma_1} - (\sigma_2 - \sigma_1)\,\frac{t_3 - t_1}{\sigma_3 - \sigma_1}}\ \text{kg/cm}^2 \text{ pro Tag.}$$

Sollten wir in diesem Falle in irgendeinem Zeitpunkte des Versuches den bereits abgenommenen Wert der Geschwindigkeit suchen, so können wir, mit Berücksichtigung der in den vorhergehenden zwei Zeitpunkten erreichten Resultate, den ziffernmäßigen Geschwindigkeitswert aus der folgenden Formel erhalten:

$$e = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{(\sigma_3 - \sigma_1)\,\frac{t_3 - t_2}{\sigma_3 - \sigma_2} - (\sigma_3 - \sigma_2)\,\frac{t_3 - t_1}{\sigma_3 - \sigma_1}}$$

Im Interesse der leichteren Anwendung dieser Formeln ist es zweckmäßig, die Bruchzeitpunkte im vorhinein zu fixieren und als Zeiteinheit, z. B. 7 Tage = 1 Woche, zu wählen und für die aufeinanderfolgenden Bruchzeitpunkte einen gewissen Rhythmus zu bestimmen, was bei solchen Versuchen sowieso üblich ist.

Wir haben bei unseren Proben den Rhythmus von 7—14—28 Tagen befolgt, respektive in Wochen ausgedrückt: 1—2—4.

Wenn wir bei der Einleitung unserer Proben hierauf achten, so erhalten wir die Energie der Zeiteinheit von einer Woche in kg/cm² durch folgende einfache Formeln:

Digitized by Google

Bei: $\sigma_2 - \sigma_1 < \frac{\sigma_3 - \sigma_1}{3}$ . . . . . (1b)

ist die Anfangsenergie nach 7 Tagen = 1 Woche:

$e = 1{\cdot}5\ (\sigma_3 - \sigma_2) - 0{\cdot}17\ (\sigma_3 - \sigma_1)$ kg/cm² pro Woche

und die angewachsene Energie nach 28 Tagen = 4 Wochen:

$e = 1{\cdot}5\ (\sigma_3 - \sigma_2) - 0{\cdot}67\ (\sigma_3 - \sigma_1)$ kg/cm² pro Woche.

Bei: $\sigma_2 - \sigma_1 > \frac{\sigma_3 - \sigma_1}{3}$ . . . . . (2b)

ist die Anfangsenergie nach 7 Tagen = 1 Woche:

$$e = \frac{\sigma_3 - \sigma_2}{\frac{\sigma_3 - \sigma_1}{\sigma_2 - \sigma_1} - 3 \cdot \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\sigma_2 - \sigma_1}} \text{ in kg/cm}^2 \text{ pro Woche,}$$

und die abgefallene Energie nach 28 Tagen = 4 Wochen:

$$e = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{2 \cdot \frac{\sigma_3 - \sigma_2}{\sigma_1 - \sigma_1} - 3 \cdot \frac{\sigma_3 - \sigma_2}{\sigma_2 - \sigma_1}} \text{ in kg/cm}^2 \text{ pro Woche.}$$

Die ziffernmäßigen Resultate, welche wir mit diesen, durch annähernde Voraussetzungen abgeleiteten Formeln gewonnen haben, stimmen mit den Resultaten der graphischen Differenzierung ganz gut überein, woraus wir folgern müssen, daß die nach unserem Verfahren hergestellten Probekörper derartig gleichmäßig waren, daß ihre Härteentwicklung eine feststellbare Gesetzmäßigkeit befolgt, und diese Gesetzmäßigkeit kann durch die Durchschnittsresultate der Bruchfestigkeiten zum Ausdruck gebracht werden.

Für die, der vierwöchentlichen Erhärtungsdauer folgenden Zeit finden wir diese Gesetzmäßigkeit — nämlich in unserem Falle, bei unserem Zeitrhythmus der Versuche, in seiner auf die ein-, zwei- und vierwöchentlichen Proben vereinfachten Form — durch die folgenden Formeln ausdrückbar.

Wir wollen nochmals betonen, daß diese Gesetzmäßigkeit nur für die der vierwöchentlichen Erhärtung folgende Zeit Gültigkeit hat, wo die im Anhang konvexe Kurve schon eine konkave Form angenommen hat, nachdem dieser Kurventeil wahrscheinlich schon hinter der Inflexion liegt.

Bezeichnen wir die zusammengehörigen Werte der Versuchsresultate, wie folgt:

die nach 7 Tagen, in der Zeit $t = 1$, festgestellte Tätigkeit $= \sigma_1$
„ „ 14 „ „ „ „ $t = 2$, „ „ $= \sigma_2$
„ „ 28 „ „ „ „ $t = 4$, „ „ $= \sigma_3$

dann bekommen wir, die nach einem $t > t_3$ Zeitpunkte erreichte

Digitized by Google

Festigkeit σ, wenn t in Wochen ausgedrückt ist, durch folgende Gleichung:

$$\sigma = \sigma_3 + (t-4)\,e - (t-4)^2 \times (0{\cdot}528\,\sigma_3 - 0{\cdot}75\,\sigma_2 + 0{\cdot}22\,\sigma_1 - 0{\cdot}833e).$$

In diesem Ausdruck ist e der am 28. Tage der Erhärtung erreichte Wert der Erhärtungsenergie, welcher aus den Proberesultaten mittelst der obigen Formeln auszurechnen ist; der Multiplikator von $(t-4)^2$ ist immer der absolute Wert der in Klammern gefaßten algebraischen Summe.

Mit dieser Formel haben wir beispielsweise, auf Grund der 7, 14 und 28tags-Resultate die 91tägigen = 13wöchentlichen Festigkeitskoeffizienten berechnet, wobei wir, ebenso beim Brei, beim Mörtel, wie beim Beton, Zahlenwerte bekamen, welche mit den 13wöchentlichen Versuchsresultaten sehr gut übereinstimmten. Auf Grund dieser Tatsache halten wir die Möglichkeit nicht für ausgeschlossen, daß das Gesetz der Erhärtung auch für die, den 28 Tagen vorangehende Anfangszeit bestimmt werden kann, wenn dieses Gesetz mittelst nach unserem Verfahren sehr umsichtig hergestellten Probekörpern durch sehr oft, womöglich in zweitägigen Intervallen ausgeführte Bruchversuche ermittelt wird.

Hiedurch scheint es uns erreichbar, die 28tägige Zeit der Normenprobe auf mathematischer Basis, auf 21, eventuell auf 14 Tage abzukürzen. Dieses Gesetz festzustellen, hätte jedoch die Herstellung ganz besonderer Probe-Serien beansprucht, und so war diese Frage in den Kreis unserer sowieso schon sehr umfangreichen Studien nicht mehr einbeziehbar. Wenn die Weisheit des Kongresses das Studium dieser Frage für wichtig genug beurteilen sollte, so könnte dieselbe der neuen Kommission überwiesen werden.

Diese, auf Grund von drei Proberesultaten ausgeführten einfachen Berechnungen bieten genügende Orientierung über wichtige Eigenschaften der Zemente.

Wir müssen jedoch bemerken, daß die Berechnungen insoferne nur annähernd zu betrachten sind, als die Ableitung der Formeln von jener Voraussetzung ausgegangen ist, daß die Zeitlinie eine von dem Anfangspunkt des Koordinaten-Systems ausgehende solche Parabel sei, dessen Achse für die konvexen Kurven mit der σ Achse, für die konkaven mit der t Achse parallel ist,

Digitized by Google

und der Anfangspunkt des Koordinaten-Systems mit dem Punkt σ_1, t_1 zusammenfällt.

Die in diesem Kapitel aufgearbeiteten Angaben beziehen sich alle auf Resultate von Wasserlagerung; wie schon erwähnt, wurde das Festigkeitsgesetz der Zemente bei Luftlagerung gleichzeitig und in der gleichen Ausdehnung ebenfalls studiert, und sind auch alle diesbezügliche Daten in unserem Archiv gesammelt, die Resultate studiert und analysiert, ebenso wie die jetzt mitgeteilten.

Nachdem wir in dieser Ausdehnung aus 4 Fabriken stammende 14 Romanzemente und außerdem zwei Portlandzemente erprobt und untersucht haben, können wir im allgemeinen erklären, daß die Zementbreie und Zementmörtel, bei mit den unseren gleichen Proben, zu den gleichen Konklusionen führen, wenn sie mit einem beliebigen, doch gleichmäßigen Sand verarbeitet werden. Außer der vorgeführten, sind die gleichen Serien mit gemischtem, gleichmäßigem und feinkörnigem Fluß- und Grubensand hergestellt worden; die ebenso breite Schilderung dieser Proberesultate wie der jetzt abgehandelten würde jedoch nur zu Wiederholungen führen. Wir haben dies nur erwähnen wollen, um die Ausdehnung unserer Studien zu kennzeichnen.

VI. Einfluß der Sandmenge und der verschiedenen Sandarten auf die Erhärtung.

Es würde zu weit führen und den Rahmen dieses Berichtes weit überschreiten, wenn wir die Konklusionen der Resultate unserer Sand-, respektive Mörtelproben mit ebensolcher Ausführlichkeit begründen wollten, wie wir es im vorhergehenden Kapitel getan haben. Wie vor- und umsichtig wir unsere Folgerungen gezogen haben, glauben wir mit dem bis jetzt vorgetragenen genügend bewiesen zu haben und glauben daher berechtigt zu sein, das Folgende nur mit einer kurzen Begründung dem Kongreß unterbreiten zu dürfen.

Den Einfluß des Sandes auf die Mörtelfestigkeit und die mit den Mörteln erreichbaren Festigkeiten haben wir nach drei Richtungen untersucht: u. zw.

1. Studierten wir die Wirkung der Sandqualität;

2. den Einfluß der Korngröße und der Gleichmäßigkeit der Sandkörner;

Digitized by Google

3. die Folgen der Änderung der auf die Zementmenge bezogenen Sandmenge;

ad 1. Die Sandqualität wurde nach dem Reinheitsgrade klassifiziert, und unterscheiden wir:

a) reinen Sand (Wiener Normalsand und reiner Flußsand);

b) gemahlenen Sand (aus Karpathen-Sandstein);

c) mit erdigen, lehmigen und organischen Stoffen vermischten, kurz schlammigen Grubensand;

d) wurde, um die Wirkung des Lehminhaltes zu studieren, ein mit 2·5—20% (in 2·5%igen Absätzen) Lehm gemischter Flußsand künstlich hergestellt.

Diese Serie wurde mit demselben Zement und mit gleichem Mischungsverhältnis erzeugt, und die Festigkeiten nach den bereits aufgezählten sechs Zeitpunkten bis zu 52 Wochen beobachtet. Aus den rationell zusammengestellten Tabellen und Zeitlinien, welche wir wegen Platzmangels hier nicht bringen können, können wir folgendes ablesen und mitteilen:

Mit dem Wachsen der relativen Menge der den Sand verunreinigenden fremden Stoffe fällt die Bindekraft des Mörtels.

Durch die mit dem gemahlenen Sand erreichten Resultate untereinander und mit den durch reinen Flußsand erreichten Resultaten verglichen, wurde festgestellt, daß:

bei sonst gleichbleibenden Verhältnissen der Mörtel desto fester ist, aus je festerem Urmaterial der Sand stammt oder erzeugt ist und je rauher seine Oberfläche ist.

ad 2. Bezüglich der Ermittlung des Einflußes der Korngröße der Sande — deren Gleichmässigkeit oder Verschiedenheit — auf die Bindekraft wurden mit dem nämlichen Zement und bei gleichem Mischungsverhältnis Serien hergestellt:

a) mit Wiener Normalsand (zwischen dem 64 und 144 Maschensieb bleibende Korngröße);

b) Wiener Feinsand (durch das 144 Maschensieb gefallene Körner);

c) gleichmäßiger Flußsand (Korngröße zwischen den 64 und 144 Maschensieben);

d) feiner Flußsand (Korngröße unter dem 144 Maschensieb);

e) gemischter Flußsand (durch das Sieb von 5 mm Maschenweite durchgefallen);

Digitized by Google

f) Grubensand (Durchwurf des 5 mm Maschensiebes).

Die nähere Zusammenstellung der einzelnen Korngrößen, des gemischten Fluß-, des Gruben- und des gemahlenen Sandes wurde durch weitere Absiebung festgelegt, und sind diese Angaben in der Tabelle 6 angeführt.

Tabelle 6.

Verhältnisse der Korngrößen der verwendeten gemischtkörnigen Sandarten.

	Fluß-sand	Gruben-sand	Gemahlener Sand
Durch das 0·5 mm Maschensieb gefallen . %	47·3	90·2	29·4
Rest zwischen den 0·5—1·0 mm Maschensieben . . . . . %	21·5	4·0	18·5
Rest zwischen den 1·0—2·0 mm Maschensieben . . . . . %	13·8	1·4	21·2
Rest zwischen den 2·0—5·0 mm Maschensieben . . . . . %	17·4	4·4	30·9
Zusammen . . %	100·0	100·0	100·0

Folgerung aus den erzielten Resultaten:

Der mit gemischtkörnigem Sande hergestellte Mörtel übertrifft an Güte und Festigkeit jene, welche mit dem gleichkörnigen und mit feinkörnigem Material der gleichen Sandqualität hergestellt waren.

Den ersten Teil unserer Erfahrung erklärt die Tatsache, daß in dem gemischtkörnigen Sande die geringsten Hohlräume enthalten sind.

Die Hohlräume der größeren Körner werden zum Teile von den feineren ausgefüllt, es entfällt also bei diesem Mörtel — bei sonst gleichen Umständen und denselben Mischungsverhältnissen — absolut und relativ zur Summe der Hohlräume der meiste Brei Absolut deshalb, weil das maximale Volumengewicht dieses Sandes am größten ist, und relativ deswegen, weil die Summe der Hohlräume Minimum ist. Die vollkommene Umhüllung der Sandkörner mit dem Brei ist, bei sonst gleichen Umständen, hier

Digitized by Google

am wahrscheinlichsten, und die gleichmäßige Verteilung des Breies zwischen den einzelnen Körnern kann hier sicherer erfolgen wie beim gleichkörnigen, daher größeren Hohlraum besitzenden Sande.

Zur Herstellung eines guten Mörtels ist der gleichkörnige grobe Sand nach unserer Erfahrung geeigneter, wie der gleichkörnige feine Sand, was aus der Rolle der fast gleichen Breimenge leicht erklärlich ist. Der Brei ist berufen, die einzelnen Sandkörner miteinander zu verbinden, zu verkleben; dies kann natürlich nur auf der Oberfläche der Sandkörner geschehen. Eine Verklebung gleicher Intensität ist nur dann wahrscheinlich, wenn auf die Flächeneinheit die gleiche Breimenge entfällt. Da bei dem feinkörnigen Sande gleichen Gewichtes die Summe der Oberflächen bedeutend größer ist als bei dem grobkörnigen, entfällt natürlich von der gleichen Breimenge bei dem grobkörnigen Sande bedeutend mehr Brei auf die Flächeneinheit, wie beim Feinsande, es ist daher auch die Festigkeit bei letzterem geringer, was auch unsere Proben erwiesen haben.

Für die richtige Verarbeitung und Benützung der Zemente in der Praxis halten wir es für heilsam, hier unserer zusammenfassenden Konklusion Ausdruck zu verleihen, daß das beste Mörtelmaterial der scharfe, gemischtkörnige Flußsand ist, denn dieser kann aus dem Wasser rein erzeugt werden und besitzt die verschiedensten Korngrößen.

ad 3. Um die beim Erhärtungsverlauf auftretende Wirkung der Änderung des relativen Sandgehaltes der Mörtel zu beobachten, sind folgende Probeserien ausgeführt worden. Das Verhältnis von Zement zu Sand — p — änderte sich von 1—6; dabei wurde die Wassermenge — r — zwischen den Grenzen der Möglichkeit des Mörtelmachens als Minimum und der Wasseraufnahmefähigkeit als Maximum stufenweise um 0·1 geändert.

Bei der Verarbeitung der aus diesen Serien gewonnenen Resultate — was durch Aufstellen von Tabellen, Aufzeichnen der Sandlinien und Auftragen der mit 10—10 kg — σ — Unterschied bestimmbaren identischen Festigkeitslinien geschah — haben wir die Aufmerksamkeit besonders dahin gerichtet, ob der Zement bei gleichem Wasser-Quotienten das Maximum seiner Bindekraft, an der Grenze der charakteristischen Unterschiede des Mörtelgewebes, bei den den dichten und porösen Mörteln entsprechenden Mischungsverhältnissen oder in deren Nähe entwickelt.

Digitized by Google

Wir haben mit unserem Rechnungsverfahren den den Übergängen entsprechenden Sand-Quotienten — p — zu jedem r im vorhinein bestimmt.

Laut unseren Graphikons hat jede Zeitlinie tatsächlich ihr Maximum und bildet sich dieses faktisch in der Nähe der Grenze der für die dichten und porösen Mörtel, bei einem gewissen r bestimmbaren Wertes von p und zwar etwas unterhalb des theoretisch berechneten — p — s, also noch im Gebiet der dichten Mörtel.

Das dem Maximum entsprechende Mischungsverhältnis kann vom Graphikon abgelesen werden, ebenso der diesem Mischungsverhältnis entsprechende Brei- und Sandinhalt. Wir haben es so gefunden, daß wir bei unseren Proben die maximale Mörtelfestigkeit dann ereicht haben, wenn der Breiinhalt das 1·1 fache der im Sand möglichen minimalen Hohlräume betragen hat.

Zur Orientierung der in der Praxis Arbeitenden bemerken wir, daß bei der in der Praxis üblichen Wasserzugabe der Übergang vom dichten zum porösen Mörtel bei einem Gewichts-Mischungsverhältnis von 1 : 4 — 1 : 5, d. h. in der Nähe von p = 4 bis p = 5 zu erwarten steht, was bei der Mischung nach Raumteilen, zirka 1 : 3 entspricht. Einen solchen dichten Mörtel, in welchem der Zement das Maximum seiner Bindekraft erlangt, können wir mit etwas weniger Sand, also bei einem etwas geringeren Sandquotienten, erreichen.

VII. Einfluß der Qualität und Quantität des Schotters auf die Erhärtung.

Wenn wir zum hydraulischen Binden auch Schotter verwenden, so wird der mit dem Zemente hergestellte Konglomeratkörper Beton genannt. Den Einfluß des Schotters auf die hydraulische Bindekraft haben wir beim Beton studiert.

Vorläufige, sogenannte Orientierungsversuche haben die Tatsache ganz zweifellos bestätigt, daß die Folgen des Wechsels der Wassermengen auch beim Beton dieselben sind und betreffs der erreichbaren Festigkeiten der Beton gerade so empfindlich ist, wie der Brei und der Mörtel.

Dieser Umstand erschwerte sehr unsere Betonstudien; denn das präzise Einhalten der Wassermengen war keine so leichte Aufgabe, wie beim Mörtel. Die Studien der verschiedenen Mörtelgruppen

Digitized by Google

haben wir mit Probekörpern von 353.5 cm^3 Volumen gemacht und hat zwar das gänzliche Austrocknen der hiezu erforderlichen Sandmenge eine große Arbeit verursacht, doch war sie noch durchführbar.

Die Probekörper des Betons mußten aber 30 und 50 cm Kantenlänge erhalten, einerseits um die durch den grobkörnigen Schotter verursachten Schwierigkeiten zu bekämpfen, anderseits auch deswegen, damit die durch uns festzustellenden Resultate jenen der Praxis näher kommen. Aber die Anfertigung dieser 31·5 und 125 Liter fassenden Korper in so großer Anzahl, wie es unsere ausgedehnten Versuchsreihen beanspruchten, benötigten ein solches Quantum von ausgetrocknetem Sande und Schotter, welches wir in den uns zur Verfügung stehenden Räumlichkeiten und Mitteln gehörig auszutrocknen nicht fähig waren.

Daher haben wir vor der Herstellung der Probekörper die Feuchtigkeit des zu verwendenden Sandes und Schotters, d. h. den relativen Wassergehalt aus dem Durchschnitte der ausgetrockneten Muster bestimmt und ermittelten außerdem die Wasseraufnahmefähigkeit dieser Zuschlagmaterialien.

Die Differenz der Wasseraufnahmefähigkeit und der konstatierten Feuchtigkeit hat uns den relativen Wassergehalt ergeben, welchen der Sand und der Schotter vom Wasser des Breies unbedingt entzieht und zur eigenen Anfeuchtung benützt. Diese Differenzen müßten wir für jedes Material bestimmen, damit die entsprechende Korrektur des Wasserfaktors r, d. h. dessen ziffermäßige Erhöhung bestimmt werden kann.

Bei dem Wiener Normalsande haben wir uns das spezifische Gewicht und das Maximum des Volumgewichtes bestimmt, während bei dem anderen, zu den Versuchen verwendeten Sande außerdem noch die Feuchtigkeit, das dem Feuchtigkeitsgrade entsprechende spezifische Gewicht und die Wasseraufnahmefähigkeit einzeln bestimmt werden mußten.

Zur Bestimmung dieser Faktoren verwendeten wir folgendes Verfahren.

Das Maximum der Volumgewichte der Sande und Schotter haben wir in einem solchen Gefäß gemessen, an dessen Boden eine mit einem Hahne versehene Öffnung war. Vorerst haben wir das Gewicht des in dem Gefäß Raum findenden trockenen Sandes oder Schotters bestimmt. In dem mit dem trockenen Material voll

Digitized by Google

gefüllten Gefäße haben wir dann langsam von unten durch den Zapfen das Wasser eingelassen, welches langsam in die Höhe stieg und vor sich die Luft aus den Poren verdrängte. Als das Wasser an der Oberfläche des Sandes oder Schotters erschien, fiel der Sand oder Schotter, sein Volumen wesentlich vermindernd, zusammen.

Die Verminderung des Volumens und das Gewicht des mit dem Wasser durchtränkten Materiales abgewogen ergab die Gewichtszunahme, das Gewicht des aufgesogenen Wassers und das Volumen der mit Wasser ausgefüllten Hohlräume in einer Summe. Nach dieser Gewichtsbestimmung haben wir das Wasser durch den Zapfen wieder so lange abgelassen, bis aus diesem kein Sickern mehr bemerkbar war. Nach Ablauf dessen konnte man durch eine neuerliche Abwägung auf das aufgesogene Wassergewicht des Materiales schließen. Die so gewonnenen Angaben haben zu den benötigten Umrechnungen die notwendigen Stützpunkte geboten.

Diese mühsamen, viel Umsicht und Zeit raubenden Messungen wurden mit jeder Sand- und jeder Schottersorte wenigstens viermal wiederholt, und zwar mit dreierlei Gefäßen vom Inhalt von 31, 117 und 1000 Litern. Die großen Volumdifferenzen dieser Gefäße begründen wir damit, daß die losen Materialien sich bereits unter ihrem Eigengewichte komprimieren. Bei unseren Versuchen wollten wir auch diesen Einfluß konstatieren, damit wir ihn bei der Bestimmung des Eigengewichtes der Probekörper in Betracht ziehen können, wenn sich ein bemerkenswerter Unterschied zeigen sollte. Aber beim trockenen Sand und trockenen Schotter konstatierten wir keine durch das Eigengewicht verursachte Kompression.

Die korrekte Herstellung, d. h. die Güte der Betonprobekörper hatten wir durch vorheriges Berechnen ihres Gewichtes und durch das Abwägen der fertigen Probekörper kontrolliert. In Anbetracht dessen, daß einerseits im Beton die Hohlräume des Schotters mit Mörtel oder mit Brei nicht gänzlich auszufüllen sind, aber auch deswegen, weil durch die Bearbeitung ein eventuelles Zerbröckeln des Schottermateriales eintritt und noch andere aus der Heterogenität des Schottermateriales entstehende, störende Umstände auftreten können, haben wir bei den Betonprobekörpern eine größere, im Maximum 5%ige Abweichung von dem gerechneten Gewichte als noch zulässig betrachtet.

Digitized by Google

Die Entwicklung der Erhärtung beim Beton wurde nicht mit Wasserlinien geprüft, das heißt die Wasserzugabe wurde nicht mit 0·05 betragenden Abstufungen erhöht, sondern es wurden nur zweierlei Wasserzusätze angewendet und zwar solche, welche betreffs der praktischen Verwendung am wichtigsten sind. Das sind die aus der Praxis bekannten erdfeucht und plastisch genannten Konsistenzen. Unsere Definition dieser zwei Betonarten sind folgende:

a) Der erdfeuchte Beton ist dem Gefühl nach der feuchten Erde ähnlich; in der Hand zusammengedrückt ballt er sich, während der Bearbeitung weicht er den komprimierenden Werkzeugen nicht aus und fängt nur an der Grenze der erreichbaren Dichte schwach zu schwitzen an.

b) Der plastische Beton ist einem dichten Kote ähnlich; zusammengedrückt klebt er an die Hand, während der Bearbeitung entweicht er den komprimierenden Werkzeugen und schwitzt schon an Beginn der Verdichtung stark.

Wir hatten schon früher Gelegenheit zu erwähnen, daß die erreichbare Festigkeit bei den Körpern gleicher Zusammensetzung mit dem Anwachsen ihrer Größe sinkt. Die Festigkeitsverminderung ist bedeutend bei den relativ kleinen Körpern, aber unwesentlich bei den relativ größeren. Wie wir schon gesagt und in der Tabelle 5 nachgewiesen haben, ist zwischen der Festigkeit der Probekörper mit 31,6 cm und mit 50 cm Kantenlänge keine bemerkbare Differenz mehr zu konstatieren. Das ist der Grund, warum wir unsere Betonversuche an Probekörpern mit Kantenlängen von 31,6 cm, also mit einer Seitenfläche von 1000 cm^2 und mit einem Volumen von 31,6 Litern ausgeführt haben.

Die Betonprobekörper wurden bis zur Probe in einem feuchten Sandbette aufbewahrt. Die Kommission hat diese Art der Aufbewahrung bei ihren Betonstudien deswegen gewählt, weil dies den Erhärtungsumständen der Praxis am meisten entspricht, viel mehr als die Erhärtung unter Wasser; wir mußten auch diese Aufbewahrungsart wählen, aus lokalen und finanziellen Gründen, denn soviel Behälter entsprechender Größe als es unsere sehr ausgedehnten Betonproben in letzterem Falle beansprucht hätten, konnten wir nicht zustande bringen.

Die Ausdehnung unserer Studien im Gebiete der Betonversuche wollen wir durch folgendes verzeichnen:

Digitized by Google

Die schon erwähnten erdfeuchten und plastischen Betonkörper sind aus sechs Sorten Roman- und einer Sorte Portlandzements erzeugt worden, also bezüglich der Wasserzugabe von einander verschiedene zwei Serien. Insgesamt wurden also vierzehn Serien, zusammen 8000 Betonprobekörper erzeugt.

Der Erhärtungsfortschritt wurde nach 14 und 28 Tagen; dann nach 13 und 52 Wochen festgestellt.

Bezüglich der Ausdehnung unserer Versuche müssen wir noch erwähnen, daß um die mit den Breien und den Mörteln erreichten Festigkeiten mit jenen des Betons in Zusammenhang bringen zu können, das heißt, um die bei der verschiedenen Aufbereitung desselben Zementes auftretenden Bindefähigkeiten vergleichen und hieraus eventuell Schlüße ziehen zu können, wir mit den zur Herstellung des Betons benützten Zementen, gleichzeitig mit den Betonproben wieder dieselben Versuchsreihen durchgeführt haben, welche wir schon bei den Studien der Zemente vorgenommen haben. Natürlich forderten diese vergleichenden Studien, daß wir die für diesen Zweck hergestellten Breie und Mörteln mit derselben Wassermenge anfertigen, mit welchen der zu prüfende Beton erzeugt wurde.

Mit Rücksicht anf die sehr verschiedenen Eigenschaften der Zemente, auf die verschiedene Wasseraufnahmefähigkeit der verwendeten Sandarten, aber besonders wegen der Vielfältigkeit der Schotterarten, haben wir bezüglich des Wassergehaltes jene Breie, Mörtel und Betone als analog betrachtet, deren Konsistenz dieselbe war. So waren wir durch die Resultate unserer hiererwähnten Brei- und Mörtelversuche in der Lage, daß wir die erreichbaren Festigkeiten nicht nur bei den mit gleichem Wasserzusatz hergestellten, sondern auch bei gleicher Konsistenz festgestellt haben. Aber wissend, daß die mit Versuchen festgestellte Festigkeit mit der wachsenden Größe der Probekörper sinkt, hatten wir, um im Stande zu sein, die zwischen den Festigkeiten des Betons und des zu ihrer Herstellung benützten Mörtels eventuell bestehende Relation richtig festzustellen, parallel mit den Betonversuchen auch solche Mörtelserien eingeschaltet, bei denen die Größe der Mörtelprobekörper mit jenen der Betonprobekörper gleich war.

Mit unseren Betonversuchen beabsichtigten wir die folgenden Fragen zu beantworten:

1. Beeinflußt die Art und Quantität der Bearbeitung die erreichbare Festigkeit?

Digitized by Google

2. Verursacht die Veränderung des Wasserzusatzes einen Einfluß auf die Erhärtung, und wenn ja, welchen?

3. Hat die Qualität des zu den Mörteln benützten Sandes auf die Betonfestigkeiten Einfluß?

4. Ist ein Zusammenhang feststellbar zwischen der Festigkeit des Betons und des zur Betonerzeugung benützten Mörtels?

5. Beeinflußt die Qualität des Schotters die Festigkeit des Betons?

6. Welchen Einfluß hat die relative Schottermenge — q — auf die Entwicklung der Erhärtung?

7. Sind die Bruchfestigkeiten bei den möglichen Richtungsveränderungen der Inanspruchnahme verschieden?

Die zur Verdichtung verwendete Arbeit.

Daß die Art der Bearbeitung und die zur Bearbeitung verwendete Arbeitsmenge keinen Einfluß auf die Güte der Probekörper hat, haben wir schon wiederholt behauptet und bewiesen. Diese unsere Behauptung wurde auch durch die Betonproben völlig erwiesen, vorausgesetzt, daß wir für das richtige Maß der Bearbeitung und Verdichtung der Probekörper, — innerhalb der schon früher erwähnten Fehlergrenzen — das im Vorhinein berechnete Gewicht der Probekörper betrachten und annehmen. Denn trotzdem, daß die Bearbeitungsweise unserer Beton-Probekörper sehr wechselnd und von einander verschieden war — schon einerseits wegen des von dem Mischungs- und Wasserverhältnis abhängenden, stark verschiedenen Konsistenzzustandes; anderseits wegen der sehr abweichenden physikalischen Eigenschaften der verarbeiteten Materialien — war die beim Beton konstatierte Entwicklung der Erhärtung ganz entsprechend jenen Gesetzen, welche wir bei den Breien und Mörteln gefunden haben.

Die Gesetzmäßigkeit der Erhärtungsentwicklung, welche wir bei unseren ausgedehnten Betonversuchen festgestellt haben und das Übereinstimmen dieser Gesetze mit jenen bei den Breien und Mörteln gefundenen, bestätigt zweifelfrei die Richtigkeit unserer in den Vorherigen aufgestellten Behauptung.

Einfluß der Wassermenge.

Die Erhärtungsentwicklung des Betons sinkt im allgemeinen mit der Erhöhung des Wasserzusatzes. Der Verlauf der Wasserlinien und der Zeitlinien ist in allem jenem ähnlich, welche wir

Digitized by Google

bei den Breien und Mörteln ausführlich beschrieben haben und so können auch die von ihnen abgeleiteten Gesetze nur die gleichen sein.

Einfluß der Sand-Qualität auf die Betonfestigkeiten.

Diese Frage studierten wir auf die folgende Weise. Wir haben Versuchsserien angefertigt mit den vorerwähnten Zementen, Konsistenzzuständen und mit den in der bei der Beantwortung der Frage 6 angegebenen Mischungsverhältnissen; weiters mit den folgenden Kombinationen der Sand- und Schottersorten:

a) Flußsand, Flußschotter;

b) Flußsand, Kalksteinschotter;

c) Flußsand, Basaltschotter;

d) Grubensand, Kalksteinschotter;

e) Grubensand, Basaltschotter; schließlich noch Orientierungsversuche mit:

f) Grubensand, Ziegelbrocken;

g) Flußsand, Ziegelbrocken.

Von den durch diese Versuchsserien gewonnenen Resultaten, die wir hauptsächlich wegen des noch zu verhandelnden Einflusses der Schottereigenschaften so ausführlich anstellten, hatten wir genügende Gelegenheit, uns auch über den Einfluß der Qualität des Sandes zu orientieren.

Hier haben wir die Erfahrung gemacht, daß die Qualität des Sandes wesentlich die Güte des Betons beeinflußt. Wir haben festgestellt, daß der Beton mit dem rauhen, reinen Sand — wie es auch z. B. unser gemischtkörniger Flußsand war — viel größere Festigkeiten erreicht, als mit dem feinkörnigen Grubensand.

Mit diesen unseren Versuchen haben wir einen großen Unterschied zwischen der Kapazität unserer kalkarmen und kalkreichen Romanzemente und dem Portland-Zemente wahrgenommen. Während wir mit dem kalkreichen Romanzement und dem Portland-Zemente, obwohl sehr verschiedene, doch annehmbare Resultate erhalten haben, erreichte der kalkarme Romanzement mit solchem Grubensand sogar bei der Verwendung des feinkörnigen Grubensandes keine bemerkbare Festigkeit, nicht einmal nach 26 und 52 Wochen, d. h. nach einjähriger Erhärtungszeit. Die Untauglichkeit der kalkarmen Romanzemente für die Verarbeitung mit dem feinkörnigen Sande bewiesen nicht nur die kläglichen Resultate unserer Beton-

Digitized by Google

versuche, sondern auch die niedrigen Festigkeiten der früher schon mit diesem Zemente und mit ähnlichem Sande hergestellten Mörtel.

Wir halten es für unsere Pflicht, unserer Überzeugung hier Ausdruck zu verleihen, daß die Verwendung von feinkörnigem Grubensande zur Verarbeitung mit Zementen womöglich vermieden werden soll und daß die kalkarmen Romanzemente mit feinem Grubensand weder zur Aufbereitung von Mörteln noch zum Beton geeignet sind.

Diese auffallend schlechten Resultate sind unserer Ansicht nach teilweise jenem Umstande zuzuschreiben, daß organische und andere Verunreinigungen im Grubensand in viel größeren Mengen vorkommen, als in dem durch Baggerung gewonnenen Flußsand; anderseits stammen sie teilweise und hauptsächlich auch daher, daß im Grubensand überfeine Körner in großer Menge vorhanden sind und diese bei der Benässung ihrer relativ großen Oberfläche soviel Wasser ansammeln, daß sie mit diesem Wasser bei der Abbindung das eigentliche Bindemittel, nämlich die Breie, verdünnen, und diese Verdünnung ist nach dem Beweis der Wasserlinien von bleibendem Einfluß auf die Entwicklung der Erhärtung.

Zusammenhang zwischen der Erhärtung der Mörtel und des Betons.

Um diesen Zusammenhang festzustellen, wurden die schon früher erwähnten, mit den Beton-Probekörpern gleich große Mörtelkörper erzeugt, deren Mischungsverhältnis und relativer Wassergehalt gleich mit jenen zu den Betonen benützten Mörteln ist. Solche Versuchsserien wurden mit zweierlei Wasserzusätzen und mit vier Zementen erzeugt, zusammen acht Serien mit 14 und 28tägiger, dann 13 und 52wöchentlicher Erhärtungsdauer, deren Resultate wir in der Tabelle 7 darum mitteilen, um auf die überraschende Erfahrung hinzuweisen, daß die erreichbare Betonfestigkeit immer fast gleich groß ist mit der Festigkeit des zum Beton benützten Mörtels, insolange natürlich die Festigkeit des Zuschlagmateriales die Festigkeit des Mörtels übertrifft. Also ist für die Festigkeit des Betons die Qualität des verwendeten Mörtels maßgebend.

Digitized by Google

Von dieser Übereinstimmung könnte man durch weitere Versuche auch nachweisen, daß Versuche mit genügend großen Mörtel-Probekörpern die Betonproben ersetzen können, wenn nur ihre Zusammensetzung gleich ist jener, die zur Herstellung des Betons verwendet wurden.

Tabelle 7.

Vergleichende Tabelle der Festigkeiten der von kalkreichem Romanzemente hergestellten, 30 cm großen Mörtel- und Beton-Probekörpern.

Erhärtungs-Dauer	30 cm große Mörtel-Probekörper mit Flußsand verfertigt						30 cm große Beton-Probekörper mit Flußsand und Flußschotter verfertigt					
	erdfeucht			plastisch			erdfeucht			plastisch		
	Mischungs-Verhältnis			Mischungs-Verhältnis			Mischungs-Verhältnis			Mischungs-Verhältnis		
	1:3	1:4	1:6	1:3	1:4	1:6	1:3:3	1:4:4	1:6:6	1:3:3	1:4:4	1:6:6
28 Tage . . .	40·7	31·3	24·5	28·9	19·8	9·8	44·8	34·4	24·4	28·5	20·3	12·5
13 Wochen . .	59·0	53·0	39·9	49·0	33·5	20·2	69·5	48·0	37·0	48·5	31·0	21·0
52 Wochen . .	89·5	80·0	69·0	76·0	53·5	33·5	86·0	85·0	49·0	67·0	51·5	29·0

Das Zurgeltungkommen der Schotterqualität im Beton.

Eigentlich wollten wir diese Frage mit den der bei der Beantwortung der Frage 3 erwähnten und angeführten sieben Kombinationen — entsprechenden Versuchsserien entscheiden.

Bei diesen Betonversuchen machten wir die Erfahrung, daß die Qualität des Schottermateriales, ihr Härtegrad und ihre Festigkeit im Beton nicht maßgebend zur Geltung kommt. Dies beweisen auch unsere mit Kalksteinschotter und mit Basaltschotter im gleichen Mischungsverhältnis erzeugten Beton-Probekörper, respektive die mit ihnen erreichten und in der Tabelle 8 angeführten Resultate, indem mit diesen zwei Gesteinen, welche an Festigkeit und Härte wesentlich verschieden sind, die gleichen, und zwar — wie wir es im vorigen Punkte schon bewiesen haben — den zu diesem Beton verwendeten Mörtelfestigkeiten entsprechenden Bruchfestigkeiten erreicht worden sind.

In der Tabelle 8 teilen wir die zusammengehörigen Resultate mit, welche wir mit dem aus einem 600—1000 kg/cm² Bruch-

Digitized by Google

festigkeit besitzenden — Kalkstein geschlögelten Schotter, sowie auch jene, welche wir mit einem 3000—3500 kg/cm² Bruchfestigkeit besitzenden Basaltsteinschotter, also mit einem beinahe viermal festeren Material — und einem kalkreichen Romanzement hergestellten Beton erreicht haben.

Nach dem bisherigen ist es zwar vielleicht überflüssig, doch müssen wir es bemerken, daß nach unseren Versuchen die Festigkeit des Schotterzuschlages nur insolange belanglos ist für die erreichbare Festigkeit des Betons, bis die Festigkeit des Zuschlages nicht geringer ist, als jene des Mörtels, denn im letzteren Falle bestimmt die Bruchfestigkeit des Zuschlages die Festigkeit des Betons.

Tabelle 8.

Kalkreicher Romanzement-Beton mit Flußsand und Schotter von verschiedener Festigkeit.

Erhärtungsdauer	Kalksteinschotter									
	erdfeucht					plastisch				
	Gewichts-, Mischungs- und Wasserverhältnisse					Gewichts-, Mischungs- und Wasserverhältnisse				
	1:3:3	1:3:4	1:4:4	1:4:6	1:6:6	1:3:3	1:3:4	1:4:4	1:4:6	1:6:6
	0·65	0·675	0·725	0·775	0·875	0·775	0·8	0·9	0·95	1·15
14 Tage . . .	41·1	41·0	33·0	33·2	23·1	16·9	20·2	13·6	16·8	10·4
28 Tage . . .	45·7	43·9	40·1	44·3	25·0	21·9	24·6	19·9	22·9	13·4
13 Wochen . .	66·5	66·0	59·5	61·5	42·5	35·0	39·5	32·3	32·2	26·5
52 Wochen . .	120·5	112·0	103·0	98·5	70·0	80·0	81·0	70·0	68·5	51·0
Erhärtungsdauer	Basaltschotter									
	Gewichts-, Mischungs- und Wasserverhältnisse					Gewichts-, Mischungs- und Wasserverhältnisse				
	1:3:3	1:3:4	1:4:4	1:4:6	1:6:6	1:3:3	1:3:4	1:4:4	1:4:6	1:6:6
	0·666	0·668	0·738	0·782	0·882	0·866	0·888	0·938	0·982	1·082
14 Tage . . .	30·6	28·9	26·9	25·2	20·6	15·0	14·0	11·8	14·1	10·6
28 Tage . . .	42·5	40·9	35·3	33·4	23·4	21·5	19·9	18·0	19·8	15·3
13 Wochen . .	58·5	59·5	51·8	54·0	42·0	36·5	35·8	29·2	32·7	24·0
52 Wochen . .	116·5	113·0	100·5	109·5	88·0	73·3	74·0	61·0	73·0	52·5

Digitized by Google

In dem mit festen Schottern hergestellten Beton bricht zuerst der Mörtel; in solchen mit schwachen Schottern verfertigten hingegen der Schotter, weil durch die anwachsende Beanspruchung dessen Bruchgrenze früher erreicht wird.

Mit einem Worte: die Festigkeitsgrenze des Betons bestimmt das darin enthaltene schwächere Element.

Tabelle 9.

Kalkarmer Romanzement-Beton mit scharfem und mit glattem Schotterzuschlag.

Erhärtungs-dauer	Flußsand					Basalt				
	erdfeucht					plastisch				
	Gewichts-, Mischungs- und Wasserverhältnisse					Gewichts-, Mischungs- und Wasserverhältnisse				
	1:3:3	1:3:4	1:4:4	1:4:6	1:6:6	1:3:3	1:3:4	1:4:4	1:4:6	1:6:6
	0·56	0·58	0·63	0·67	0·77	0·66	0·68	0·78	0·82	1·02
14 Tage . . .	10·5	12·3	7·4	9·1	6·2	5·4	6·0	4·9	4·5	2·7
28 Tage . . .	12·5	14·3	9·2	11·9	7·5	6·4	8·1	5·5	5·5	3·2
13 Wochen . .	33·9	38·4	18·7	13·8	9·6	21·2	16·6	8·0	8·5	5·0
52 Wochen . .	114·5	110·5	86·0	39·0	31·3	79·0	84·0	55·0	42·4	22·3
Erhärtungs-dauer	Flußsand					Flußschotter				
	erdfeucht					plastisch				
	Gewichts-, Mischungs- und Wasserverhältnisse					Gewichts-, Mischungs- und Wasserverhältnisse				
	1:3:3	1:3:4	1:4:4	1:4:6	1:6:6	1:3:3	1:3:4	1:4:4	1:4:6	1:6:6
	0·56	0·58	0·64	0·68	0·80	0·66	0·68	0·80	0·84	1·08
14 Tage . . .	9·1	7·9	6·1	5·2	4·3	4·6	4·8	3·3	2·8	2·1
28 Tage . . .	10·8	10·9	7·8	6·6	4·8	6·1	6·4	3·9	3·5	2·4
13 Wochen . .	35·9	33·4	22·5	10·0	5·6	23·7	21·6	13·4	6·5	2·6
52 Wochen . .	96·3	90·0	68·5	58·5	29·4	72·3	69·5	49·5	38·4	16·9

Hiedurch betrachten wir die lange bestrittene Frage als entschieden, ob der scharfe oder der glatte Schotter einen besseren Beton gibt, weil unter ihnen sich laut unseren Versuchsserien, bei den zu-

Digitized by Google

sammengehörigen Mischungsverhältnissen in den erreichbaren Festigkeiten eine maßgebende und bemerkenswerte Differenz nicht ergeben hat. Dies zeigen auch z. B. die in der Tabelle 9 mitgeteilten Resultate, welche wir bei mit scharfen und mit glatten Schottern verfertigten Betonen mit kalkarmem Romanzemente erreichten.

Daher ist in der Praxis die Entscheidung dieser Frage bloß der Konkurrenz der Schotterpreise zu überlassen.

Wir müssen noch einige Worte zu den Resultaten unserer mit Ziegelbrocken verfertigten Betonen hinzufügen, da diese genug überraschend sind. Es ist aus denselben festzustellen, daß insolange der Mörtel die Festigkeit des Ziegels nicht erreicht, die Mörtelfestigkeit die Bruchgrenze dieser Betone bestimmt, ebenso, wie wenn Basalt- oder Kalksteinschotter im Beton enthalten wäre. Doch nach dem weiteren Festigkeitsfortschritte des Mörtels ist schon die Schwäche des Ziegels bemerkbar.

Tabelle 10.

Vergleichende Tabelle der Festigkeiten der mit Ziegel- und Kalkstein-Schotter verfertigten kalkreichen Romanzement-Betone.

Erhärtungs-Dauer	Grubensand-Ziegel				Grubensand-Kalkstein			
	Gewichts-Mischungsverhältnisse				Gewichts-Mischungsverhältnisse			
	1:4:4		1:6:6		1:4:4		1:6:6	
	erdf.	plast.	erdf.	plast.	erdf.	plast.	erdf.	plast.
28 Tage	23·1	21·7	17·0	13·6	26·5	18·2	23 1	14·1
13 Wochen . . .	39·0	33·2	25·1	22·0	39 0	30·0	32·1	20·7
52 Wochen . . .	79·5	64·0	49 0	45·5	58·5	49·0	55·0	35·0

Bei den mit Ziegelbrocken hergestellten Betonen sehen wir die Wirkung der starken Wasseraufnahmefähigkeit des Backsteins im Verlaufe der Festigkeitsentwicklung. Der Ziegel nämlich kann kaum mit Wasser gesättigt werden, infolgedessen entzieht er dem

Digitized by Google

Mörtel sehr viel Wasser und damit hat er gerade die entgegengesetzte Wirkung auf die Erhärtung wie der Feinsand. Wenn nämlich der Wasserzusatz des Mörtels vermindert wird, so erhöht das die Energie und Geschwindigkeit der Erhärtung, so daß auch noch kalkarme Zemente — die mit anderen Zusätzen nicht zur Geltung kamen bei den mit Ziegelbrocken hergestellten Betonen — ganz merkwürdige Festigkeiten erreichten. Das können wir nichts anderem, als der Verminderung des Wassergehaltes des Mörtels zuschreiben. Dieser vorteilhafte Umstand kommt auch bei den zum Ziegelmauerwerk verwendeten Mörteln zur Geltung.

Einfluß des Schotter-Quantums auf die erreichbaren Beton-Festigkeiten.

Um den Einfluß der Schottermenge zu studieren, sind unsere Betonprobekörper in der bereits beschriebenen Ausdehnung mit folgenden Gewichts-Mischungsverhältnisssen hergestellt worden:

c:p:q = 1:3:3; = 1:3:4; = 1:4:4; = 1:4:6; = 1:6:6

zusammen also mit fünferlei Schottermengen.

Aus den in Tabellen und Graphikas dargestellten Resultaten sehen wir im allgemeinen, daß insolange das Mörtelquantum so groß ist, daß es die Hohlräume des Schotters ganz ausfüllt, oder ein noch größeres Volumen besitzt, sich die Betonfestigkeit bei dem gleichen Mörtel kaum wesentlich ändert und sehr nahe zur Mörtelfestigkeit steht. Diesbezüglich erreichen wir das bemerkbar beste Resultat dann, wenn wir die Faktoren des Mischungsverhältnisses so wählen, daß der tatsächliche Mörtelinhalt, die Grenze des Kriteriums der Dichte überschreitend, zirka das 1·1—1·15-fache dieses Kriteriums beträgt, wobei der Breiinhalt zirka das 1·1-fache der Hohlräume der Sandkörner haben muß. Außer diesen Bedingungen ist mit sorgfältiger Arbeit auch das erreichbar, daß jedes Schotterkorn mit Mörtel und jedes Sandkorn mit Brei gänzlich umhüllt sei. Wie die Schottermenge diese Grenze, d. h. die Bedingung des dichten Körpers überschreitet, tritt mit der Erhöhung des Schotterquantums ein Rückfall der erreichbaren Festigkeit ein, weil in diesem Falle auch bei der sorgfältigsten Bearbeitung nicht zu vermeiden ist, daß das eine und das andere Schotterkorn ohne Mörtelumhüllung bleibt, oder von dem relativ

Digitized by Google

zu geringen Mörtel so wenig bekommt, daß dieses Quantum die nötige Verbindung nicht sichert.

Wegen der gleichmäßigen und dichten Herstellung des Mörtels und des Betons in der Praxis ist zu empfehlen, mit einem größeren Wasserzusatz zu arbeiten, als es bisher üblich war, und zwar aus zwei Gründen:

a) die nötige Verdichtung der trockenen Betone und Mörtel in der Praxis beansprucht viel schwierige, kostbare und sorgfältige Arbeit und ist die gleichmäßige Struktur und die gleichmäßige Verteilung des Breies dennoch nicht gänzlich erreichbar, hingegen mit einer geringen Erhöhung der Feuchtigkeit ist die gleichmäßige Verdichtung auch mit wesentlich geringerer Arbeit sicherzustellen;

b) die Verminderung der Bindefähigkeit mit der Erhöhung des Wasserzusates wird teilweise ersetzt durch die leichter erreichbare größere Dichte.

Das in diesem Punkte Gesagte kurz zusammengefaßt, können wir auf Grund unserer Versuchsresultate erklären, daß von den gleichen Materialien der widerstandsfähigste Beton mit solchen Mischungsverhältnissen herzustellen ist, welche den Bedingungen des dichten Körpers entsprechen.

Wirkung der Richtungsverschiedenheit der Stampfarbeit und der Beanspruchung.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß in der Praxis gewöhnlich die Richtung der Stampfarbeit und der Beanspruchung des Betons die nämlichen sind, während bei den Proben gewöhnlich die Bruchfestigkeit mit einer auf die Stampfrichtung senkrechten Inanspruchnahme bestimmt wird; infolgedessen schrieben wir dieser Frage vom Standpunkte der Praxis einen gewissen Grad von Wichtigkeit bei.

Zur Entscheidung dieser Frage hat die Kommission separate Parallel-Serien hergestellt, so daß bei der Bestimmung der Widerstandsfähigkeit der beiden Beanspruchungsrichtungen übereinstimmende Betons geprüft werden können. Es konnten aber aus diesem Grunde keine Abweichungen festgestellt werden, indem kleine, innerhalb der gestatteten Grenzen bleibende Unterschiede bei beiden Richtungen vorkamen.

Wir können also auf Grund unserer Probe-Resultate erklären, daß der Bruchwiderstand des Betons für Kräfte beliebiger Richtung derselbe bleibt.

Digitized by Google

Mit diesem haben wir unseren kurzen Bericht über die uns vom Budapester Kongreß im Jahre 1901 aufgestellte Aufgabe abgeschlossen und die wichtige Frage des Unterschiedes der beiden Arten der ungarischen Romanzemente aufgeklärt, um mit jahrelangen Versuchen zu solchen Resultaten zu kommen, welche von der Praxis verlangt wurden und welche wissenschaftlich begründet sind.

Wir haben unsere Untersuchungen auch auf die Portlandzemente erstreckt, um die Parallelstellung derselben mit den Romanzementen zu ermöglichen. Wir haben uns dabei davon überzeugt, daß nachdem die chemischen und physikalischen Gesetze beider Zemente fast gleiche sind, unsere vorgeschlagene Versuchs-Methode auch beim Portlandzement mit Erfolg anzuwenden ist.

Es ist nämlich auch bei diesen gelungen, Probekörper herzustellen, deren Gewicht mit dem im vorhinein berechneten genau übereinstimmte; es ist daher die gute Kontrolle der nach dieser Methode hergestellten Probekörper beim Portlandzement ebenfalls tadellos auszuführen.

Wir konstatieren, daß die Resultate der nach dieser Methode hergestellten Probekörper übereinstimmender sind, und infolge ihrer größeren Dichte geben dieselben höhere Proberesultate, als bei den gleichen Mischungsverhältnissen die heutige Normenprobe.

Weiters stellen wir fest, daß außer den bedeutend höheren Festigkeiten es zwischen den Portland- und Romanzementen keine wesentlichen Unterschiede gibt.

Der Umstand, daß unsere Analysen und Konklusionen ausschließlich Ergebnisse von Proberesultaten sind, beweist am besten die Richtigkeit des von uns befolgten Probeverfahrens.

*

Zum Schlusse unseres Berichtes wiederholen wir unsere an den Kongreß gerichtete Bitte, daß der Kongreß unser genügend durchgearbeitetes Verfahren zum allgemeinen Gebrauch anzunehmen beschließt und die Feststellung der Details einer neuen Kommission überweist.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

X13

ANTRAG DES HERRN MAYNTZ PETERSEN IN KOPENHAGEN AUF ABÄNDERUNG DER VOM BRÜSSELER KONGRESS EMPFOHLENEN PRÜFUNGSVERFAHREN.*

Da es sich bei Versuchen in der Staatsprüfungsanstalt in Kopenhagen herausgestellt hat, daß die Zementmenge — 0·40 kg —, welche gemäß der vom Brüsseler Kongreß empfohlenen Verfahren für Zementprüfung (II, § 3 c) bei Bestimmung des Normalbreies anzuwenden ist, gewöhnlich zu klein ist, um die vorgeschriebene Metalldose mit Zementmörtel so weit zu füllen, daß das Glattstreifen der Oberfläche des Breies möglich erscheint, wird beantragt, die Abmessungen der Dose auf

7·5 cm für den unteren Durchmesser,
8·5 „ „ „ oberen „
4·0 „ „ die Tiefe

zu beschränken.

Ferner wird beantragt, die Dose zum Zweck leichterer Herausnahme des abgebundenen Mörtels, durch einen Ring zu ersetzen, so daß der Wortlaut des § 3, Punkt c des Verfahrens zur mechanischen Prüfung hydraulischer Bindemittel wie folgt zu lauten hätte:

c) Mit einem Teile des angemachten Breies füllt man sogleich einen konischen Ring, dessen unterer Durchmesser 7·5 cm, dessen oberer 8·5 cm und dessen Tiefe 40 cm beträgt; man streicht dann den oberen Teil mit dem Messer ab, wobei alle Einsenkung und Rüttelung zu vermeiden ist.

*) Verfahren zur Prüfung von Metallen und Legierungen, von hydraulischen Bindemitteln, von Holz, von Ton, Steinzeug- und Zementröhren. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1907.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XI 1

ÜBER DIE ZERSETZUNG VON MÖRTEL DURCH SCHWEFELSÄUREHÄLTIGE WÄSSER.

Von **J. Bied**, Le Teil, Viviers, Ardèche.

Übersetzung aus dem Französischen.

I. Die Zersetzung der dem Einflusse von Meerwasser oder schwefelsäurehältigem Wasser ausgesetzten Mörtel beschäftigt schon seit geraumer Zeit die Technikerschaft. Allenthalben war man durch zahlreiche Versuche bemüht, hydraulische Bindemittel ausfindig zu machen, welche gegen die genannten Zerstörungseinflüsse unempfindlich sind.

Bis in die letzten Jahre hat man sich hauptsächlich bloß mit der schädlichen Einwirkung des Meerwassers beschäftigt und hat im allgemeinen den Einfluß von Kalzium-Sulfat-Lösungen wenig beachtet, obgleich deren zerstörende Wirkung nicht unbekannt war.

Wir selbst wurden dadurch, daß wir uns seinerzeit mit Zersetzungs-Erscheinungen von Mörteln — hervorgerufen durch Kalzium-Sulfat - Lösungen — zu befassen hatten, und zwar im Jahre 1900 auf der Linie Linarez-Almeria (Spanien), im Jahre 1902 auf der Linie St. Girons-Foix und in derselben Zeit in Algerien, darauf geführt, im Laboratorium der Société J. et A Pavin de Lafarge zahlreiche Versuche zu der in Rede stehenden Frage zu unternehmen.

Obgleich die ältesten dieser Versuche bereits auf 6 Jahre zurückreichen, halten wir sie noch für recht unvollständig, und wenn wir uns dennoch entschließen, aus ihnen einige Schluß-

Digitized by Google

folgerungen zu ziehen, so geschieht es nur deshalb, weil sie unserer Meinung nach manche interessante Aufschlüsse enthalten.

Insbesondere bestätigen unsere Versuche die Brauchbarkeit einer künstlichen Puzzolanerde, die schon seinerzeit von Vicat angegeben worden, inzwischen aber vollständig in Vergessenheit geraten ist, wahrscheinlich wegen der Schwierigkeit, die sich bei ihrer Herstellung ergeben.

Um recht rasch zu einem Ergebnis zu kommen, haben wir zu unseren Versuchen magere Mörtel (1 : 4 oder 1 : 5 nach Gewichtsteilen) mit sehr feinem Sand (Dünensand von höchstens 0·5 mm Korngröße) angearbeitet, und die Proben in stark konzentrierte Lösungen getaucht, und zwar in eine gesättigte Lösung von Kalziumsulfat, und in eine 1·2% Lösung von wasserfreiem Magnesiumsulfat.

Vor 2 Jahren haben wir außer den hier genannten Lösungen auch noch künstliches Meerwasser zur Versuchs-Anwendung gebracht. Dasselbe hatte folgende Zusammensetzung:

Natriumchlorid	30	Gramm	auf 1 Liter Wasser
Krystallisiertes Magnesiumsulfat	6	„	
Hydratiertes Magnesiumchlorid	6	„	
Hydratiertes Kalksulfat	2	„	
Doppeltkohlensaures Kali . .	2	Dezigramm	

Bei unseren Versuchen haben wir folgenden Vorgang beobachtet: Die Mörtel wurden plastisch angearbeitet und in Würfelformen von 50 cm Kantenlänge gebracht. Im eingeformten Zustand blieben die Proben sodann 24 oder höchstens 48 Stunden an trockener Luft, wurden hierauf ausgeformt und entweder in eine der oben genannten Lösungen getaucht, oder in strömendes Flußwasser, worin sie einen Monat etwa jeder Einwirkung von Kohlensäure entzogen wurden, bevor man sie endgültig in die zersetzenden Lösungen brachte.

Gleich hier soll bemerkt werden, daß die nach der letzt beschriebenen Art behandelten Probewürfel in gewissen Fällen entgegen der bisherigen Ansicht dem zerstörenden Einfluß einen geringeren Widerstand entgegensetzen, wie die kurz nach ihrer Herstellung in die säurehältigen Lösungen gebrachten Würfel.

Die Körper wurden in die Probelösung bis zu $^2/_3$ ihrer Höhe eingetaucht, und die Behälter waren in einem Saale untergebracht,

Digitized by Google

dessen gleichmäßige Temperatur von 17 oder 18° die Filtration sowohl wie auch die Verdunstung der Salzlösungen im oberen Teile der Würfel erleichterte.

Gerne hätten wir an unseren Probekörpern auch regelrechte chemische Analysen nach dem Muster Maynards d. i. nach Mörtelgewicht und nicht nach Mörtelvolumen vorgenommen. Es hat uns aber leider an Zeit und an Arbeitskräften gemangelt.

II. Bei unseren Versuchen haben wir tonerdereiche und tonerdearme Bindemittel in Vergleich gezogen, ferners sehr stark kalkhaltige Bindemittel und solche mit hohem hydraulischen Index (Vicatschem Index).

Die untersuchten Puzzolane waren:

1. Ein Produkt, welches man durch Schmelzen und Granulieren in kaltem Wasser erhalten hat.

2. Eine kaolinartige, entwässerte Tonerde (wegen des Eisengehaltes) von mittlerer Schmelzbarkeit. Schon um 1846 hat Vicat von den besonderen Eigenschaften des gerösteten Tones gesprochen; er hatte damals sogar einen praktischen Röstapparat beschrieben (neue vergleichende Studien über künstliche und italienische Puzzolane). Vicat war der Ansicht, daß die Rösttemperatur ungefähr 1000° betragen solle.

Heute — nach den Arbeiten Vogts über Tonerden — weiß man, daß der Vorgang des Röstens darin besteht, daß den einen wesentlichen Bestandteil aller Tonerden bildenden chemischen Verbindungen $2SiO_2$, Al_2O_3, $2H_2O$ das Wasser entzogen wird. Diese Kaolinerde wird — wie Vogt gezeigt hat — von kochender schwefeliger Säure angegriffen, wenn sie in rohem Zustande ist; sie widersteht aber der zersetzenden Einwirkung, sobald sie vorher geröstet worden ist. Wird sie aber nur bis zur Temperatur, bei welcher das Wasser entweicht, also bis ungefähr 700° erhitzt, dann wird sie von verdünnter Salzsäure leicht angegriffen.

Diese Eigenschaft der entwässerten Tonerde macht ihre puzzolanartige Wirkung erklärlich.

Nachdem also das Kaolin allein durch Rösten die Eigenschaft von Puzzolan annimmt, ist es begreiflicherweise von Wichtigkeit, einen möglichst kaolinähnlichen Ton zu wählen, wenn man den Zement frei von Feldspaten halten will, die immer träges Material ergeben.

Digitized by Google

Wichtig ist, hervorzuheben, daß der Vorgang des Wasserentziehens im gewerblichen Betriebe ungemein heikel ist. Wenn die erforderlichen Temperaturen nicht genau eingehalten werden — sei es durch mangelhaftes oder übertriebenes Rösten — so wird sich bloß ein träges Produkt statt eines Puzzolans herstellen lassen.

Um dieser beiden Schwierigkeiten willen scheinen die Eigenschaften der entwässerten Tonerde so lange Zeit hindurch unbeachtet geblieben zu sein.

Hier wäre auch gleich hinzuzufügen, daß sämtliche Puzzolane, falls sie aktiv sein sollen, immer sehr fein und, wenn dies möglich ist, gleich mit dem Zement selbst in den entsprechenden Apparaten vermahlen werden müssen.

III. Die Wirkung der verschiedenen zur Anwendung gebrachten Salzlösungen ist nicht völlig die gleiche. Im allgemeinen kann man beobachten, daß künstliches Meerwasser 10 oder 15mal weniger wirksam ist wie 1·2% Magnesiumsulfatlösung. Indessen zersetzen sich auch einige künstliche Zemente schneller im Meerwasser, wie in einer Lösung von wasserfreiem Magnesiumsulfat.

Eine gesättigte Kalziumsulfatlösung wirkt zumindest ebenso zerstörend, wie die vorgenannte Magnesiumsulfatlösung, nur ist die Wirkung hinsichtlich ihrer Stärke nicht immer die gleiche.

IV. Der gesättigten Kalziumsulfatlösung scheint die stärkste natürliche Zerstörungskraft innezuwohnen.[1]) Die Aufmerksamkeit der Ingenieure muß in dieser Hinsicht besonders geboten sein. In der Tat trifft man bisweilen, von allen bekannten Gipslagerungen weit entfernt, Wässer, die mit Kalziumsulfat gesättigt sind.[2])

Anderseits können Wässer, die zeitweise nur 0·1 g oder 0·2 g Kalziumsulfat enthalten, während einer Trockenperiode zu gesättigten Lösungen werden.

In unserem Laboratorium ist uns nun unter den vorgenannten Versuchsbedingungen kein langsam oder schnell bindender Zement begegnet, welcher Herstellungsart und welcher chemischen Zusammensetzung er auch immer gewesen sein mochte, der 6 Jahre der Einwirkung dieser gesättigten Lösung widerstanden hätte. (Siehe Photographie 2.)

---

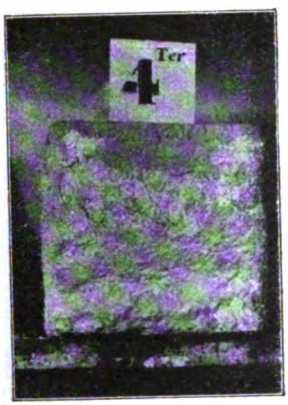
[1]) Die Anwendung von gipshaltigem Sand, namentlich sehr feinem Sand dieser Art, bringt dieselbe Gefahr.

[2]) Beispiele: Die Ebene von Boufarik, die Ebene bei Rouen, der Untergrund von Boulogne-sur-mer.

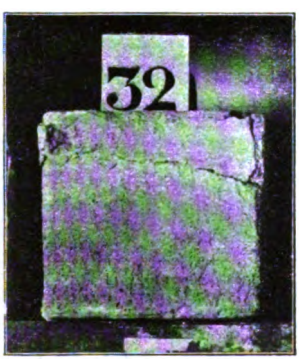
Digitized by Google

Kieselsäurereicher Zement von feiner Mahlung nach 6 Jahren einer gesättigten Lösung von Kalziumsulfat entnommen.

Kieselsäurereicher Zement, dem Kalziumstearat beigemengt war, nach 46 Monaten einer gesättigten Lösung von Kalziumsulfat entnommen.



Kieselsäurereicher Zement mit hohem Index, der 6 Jahre in einer gesättigten Lösung von Kalziumsulfat gelegen hat. (Oberflächliche Zersetzungserscheinungen.)



Zement 3ter mit einer Beigabe von Schlacke 6 Jahre in einer gesättigten Kalziumsulfatlösung gelegen.

Zement 3ter mit einer Beigabe von Tonerde 6 Jahre in einer gesättigten Lösung von Kalziumsulfat gelegen.

Digitized by Google

Selbst die tonerdereichsten und für Meeresbauten meistgerühmten Fabrikate wurden rasch zersetzt. Schnellbinder mit hohem Vicatschen Index, die lange Zeit hindurch gut widerstanden hatten, begannen nach Ablauf von 5 Jahren Zersetzungserscheinungen aufzuweisen, die rasch eine deutlichere Form anzunehmen schienen.

Eine Beimengung von stearinsaurem Kalk, der den Mörtel undurchlässiger macht, hat sich als unzulänglich erwiesen. (Siehe Photographie 77.)

Die Vergrößerung des Index durch Vermehrung der Kieselsäure allein hat auch nicht vermocht, die Zersetzung zu verhindern, obgleich das Ergebnis dieses Versuches ein interessantes war. (Siehe Photographie 4.)

Die Wirkung der Puzzolane hat sich immer in einer bedeutenden Besserung des Verhaltens gezeigt. Die künstliche Hochofenschlacke scheint anfangs aktiver zu sein und verleiht dem Produkte eine größere Widerstandskraft wie die Beigabe von Tonerde. Doch ist ihre Wirkung weniger sicher und regelmäßig wie jene von geröstetem Ton, der von allen Puzzolanen der wirksamste zu sein scheint. (Siehe Photographien 32, 22, 3.)

Der Einfluß des Zeitpunktes der Eintauchung des Probewürfels in die Lösung, nachdem dieser vorher in fließendem Wasser aufbewahrt worden war, äußert sich sowohl bei den reinen, wie auch bei den mit Puzzolan versetzten Zementen bald in diesem bald in jenem Sinne.

Die Menge des Anmachwassers ist ohne Einfluß auf die Zersetzungserscheinungen geblieben, zumindest bei den mit Puzzolan versetzten Produkten.

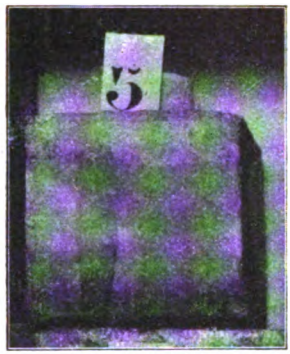
Schließlich haben wir einige Würfel aus reinem Zement und aus solchem vermengt mit Puzzolan aufgebrochen. Die größte Widerstandskraft haben darnach die Mischungen aus kieselsäurereichem Zement mit entwässerter Tonerde ergeben, und zwar gemengt nach gleichen Teilen (1 Teil Zement auf 1 Teil Ton).

Möglicherweise könnte mit diesen Zementen eine Mischung mit Verringerung des Ton-Anteiles, etwa 2 Teile Zement auf 1 Teil Ton, vorgenommen werden.

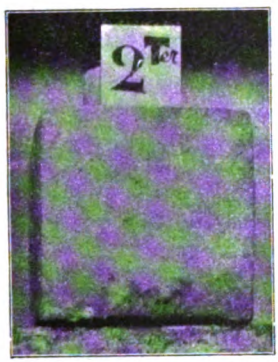
Unsere Untersuchungen sind aber noch von zu kurzer Dauer, als daß wir diese Ansicht bestätigen könnten.

Digitized by Google

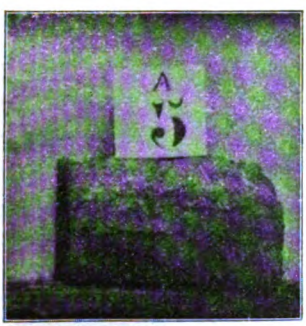
Kieselsäurereicher Zement nach 6 Jahren einer gesättigten Lösung von Kalziumsulfat entnommen.



Kieselsäurereicher Zement mit weniger als 2% reiner Tonerde 6 Jahre in einer 1·2%igen Lösung von wasserfreiem Magnesiumsulfat gelegen.



Kieselsäurereicher Zement mit weniger als 2% reiner Tonerde 6 Jahre in einer 1·2%igen Lösung von wasserfreiem Magnesiumsulfat gelegen.



Zement mit 8% reiner Tonerde nach 21 Monaten einer 1·2%igen Lösung von wasserfreiem Magnesiumsulfat entnommen.

Kieselsäurereicher Zement mit einer Beigabe von Kalziumstearat 46 Monate in einer 1·2%igen Lösung von wasserfreiem Magnesiumsulfat gelegen.

Digitized by Google

V. Die Wirkung des 1·2% anhydrierten Magnesiumsulfates unterscheidet sich, wie bereits erwähnt, von derjenigen der gesättigten Kalksulfatlösung.

Die kieselsäurereichen Produkte mit nicht mehr als 2% Gehalt an reiner Tonerde, ja sogar die Kalke haben sich im Magnesiumsulfat besser gehalten, wie im Kalksulfat (siehe Photographie 5 und 2), während die Zemente mit hohem Gehalt an reiner Tonerde sich im Magnesiumsulfat ebenso schnell zersetzen, wie im Kalksulfat. (Siehe Photographie A 5.)

Die Beigabe von Kalkstearat und die Erhöhung des Index geben bessere Resultate mit der Kalksulfatlösung. (Siehe Photographie 56 und 55.)

Die Beimengungen von künstlichem Puzzolan wie überhaupt von entwässertem Ton zeigen fast immer günstige und nur bisweilen ungenügende Ergebnisse. (Siehe Photogr. I 078 u. A 04.)

Die Menge des Anmachwassers erweist sich bei den mit Kalksulfatlösung behandelten Probekörpern als von größerem Einfluß.

Was nun den Zeitpunkt des Eintauchens in die Probelösung anbetrifft, so wirkt ein rasches Eintauchen immer ungünstig, gleichgültig, ob es sich um Probekörper mit oder ohne Beimengung von Puzzolan handelt.

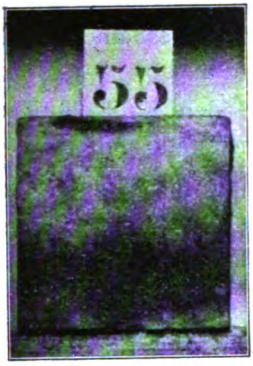
VI. Wie bereits erwähnt, sind unsere Versuche in künstlichem Meerwasser weniger weit vorgeschritten.

Sie ergeben jedoch die Überlegenheit der kieselsauren Zemente über die tonreichen (s. Photogr. I, 079 und A 9) und die günstige Wirkung einer Beimengung von entwässertem Ton. Im Gegensatze zu der bei der Magnesiumsulfatlösung gemachten Beobachtung scheint die schädliche Einwirkung infolge des Eintauchens erst nach einem Monat stärker einzusetzen.

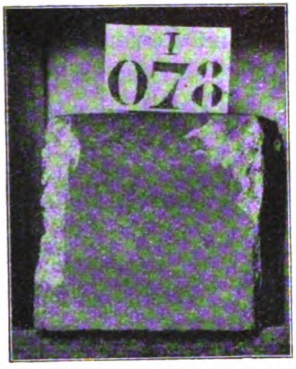
Diese Erscheinung ist vielleicht auf die Anwesenheit von Natriumchlorid zurückzuführen, welches die Erhärtung der eingetauchten Mörtelproben unverzüglich bewirkt.

VII. Das merkwürdigste Ergebnis dieser Versuche ist aber der sehr deutliche Wirkungsunterschied zwischen den Kalksulfat- und den Magnesiumsulfatlösungen. Während die Produkte mit geringem Gehalt an reiner Tonerde nach unseren Beobachtungen sich in Kalksulfat rasch zersetzten, widerstanden sie dem zerstörenden Einflusse der Magnesiumsulfatlösung fast auf unbegrenzte

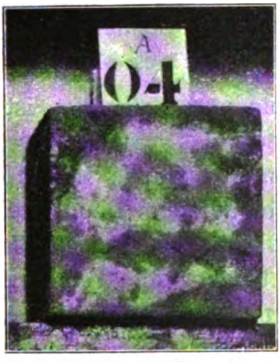
Digitized by Google



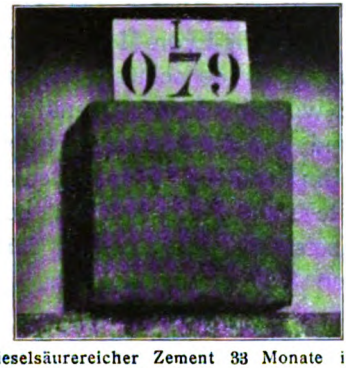
Kieselsäurereicher Zement mit einem Zusatz von Kalziumstearat nach 46 Monaten einer 1·2%igen Lösung von wasserfreiem Kalziumsulfat entnommen.



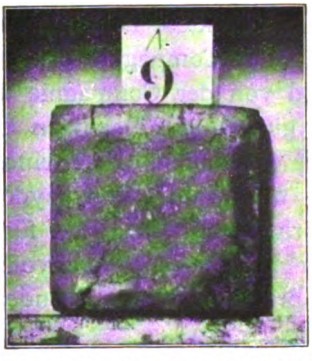
Kieselsäurereicher Zement nach 32 Monaten einer 1·2%igen Lösung von wasserfreiem Magnesiumsulfat entnommen.



Kieselsäurereicher Zement mit einem Zusatze von Tonerde nach 34 Monaten einer 1·2%igen Lösung von wasserfreiem Magnesiumsulfat entnommen.



Kieselsäurereicher Zement 33 Monate in künstlichem Meerwasser gelegen.



Zement mit 8% reiner Tonerde 21 Monate in künstlichem Meerwasser gelegen.

Digitized by Google

Dauer, was den guten Ruf der kieselsäurereichen hydraulischen Kalke und Zemente als Bindemittel für Meeresbauten erklärlich macht.

Die Wirkung des Puzzolans ist bei den Kalksulfatlösungen viel ausgeprägter wie bei den Magnesiumsulfatlösungen.

Nichtsdestoweniger kommt es vor, daß die Sprünge, welche sich bei solchen mit Puzzolan vermengten Mörteln unter dem zersetzenden Einflusse der Magnesiumsulfatlösung bereits gebildet haben, bisweilen stationär bleiben.

Es scheint somit, als ob man in der Tat behaupten könnte, daß die kieselsäurereichen Zemente oder selbst die kieselsäurehältigen Kalke (insofern man die letzteren in der gleichen Menge wie die ersteren anwenden könnte) für die in der Praxis üblichen Mischungen in Magnesiumsulfatlösungen beinahe unzersetzlich seien.[1]) Eine entsprechende Beimengung von entwässertem Ton vermag indeß die Haltbarkeit des Mörtels noch zu verbessern.

Bei Vorhandensein von Kalksulfat ist die Beimengung des soeben genannten Tones das einzige bis heute bekannte Mittel, um die Zersetzung hintanzuhalten. Wir fügen noch hinzu, daß diese Beimengung nicht auf dem Bauplatze vorgenommen werden kann, sondern gewissenhaften Industriellen überlassen werden muß, die schon seit langem alle Handgriffe dieses Fabrikationsvorganges vollkommen genau kennen.

Seit vier Jahren nun bringt, wie bereits gesagt, die Firma J. et A. Pavin von Laforge einen unzersetzbaren Zement in den Handel, dessen Eigenschaft auf der Mischung von entwässertem Ton mit kieselsäurereichen Zementen beruht. Dieser Zement ist von der Compagnie des chemins de fer Paris-Lyon-Méditerrannée und von der Compagnie des chemins de fer de ceinture de Paris in gipshaltigen Geländen angewendet worden. Man verdankt also der genannten Firma einen neuen und unbestreitbaren Fortschritt in der Fabrikation hydraulischer Bindemittel. Wir halten es übrigens für möglich, für Kalksulfate und wahrscheinlich auch für Magnesiumsulfate vollständig unzersetzbare Bindemittel durch Fabrikation einer besonderen Art von Zement herzustellen.

---

[1]) Brüsseler Kongreß. Gesamt- und Einzelbericht von Meyer. Der zweimalige Versuch 73 vom Juni 1858.

Digitized by Google

Es ist uns bereits gelungen, eine ganze Reihe derartiger Zemente, die wir auch patentrechtlich schützen ließen, zu erzeugen. Die mit diesen von uns angestellten Versuche sind zwar außerordentlich ermutigend, aber derzeit noch zu jung, um hier des Näheren angeführt zu werden.

Es sollte uns freuen, wenn wir mit den beschriebenen Versuchen innerhalb unseres bescheidenen Wirkungskreises einen für die Lösung eines schwierigen Problems nützlichen Beitrag geleistet hätten. Und wenn wir mit diesen Versuchen auch nichts anderes als eine Anregung zu neuen Versuchen über die hier erörterte so heikle Frage gegeben haben, so ist damit noch immer ein verdienstvolles Werk getan.

Auf jeden Fall wollen wir Herrn Henry Le Chatelier unseren Dank abstatten für die uns bei der Durchführung der Versuche erteilten Ratschläge.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XI 2

ÜBER DAS VERHALTEN VON ZEMENTBLÖCKEN IN EINIGEN RUSSISCHEN HÄFEN DES SCHWARZEN UND DES KASPISCHEN MEERES.

Auszug aus dem Bericht[1]) von **W. Czarnomski**, Ingenieur
St. Petersburg.

Die Ergebnisse der Expedition, welche die Herren Ingenieure W. Czarnomski und Prof. A. Baykoff in den Häfen des Schwarzen und des Kaspischen Meeres unternommen haben, um den Zustand der Moli und Meerbauten zu untersuchen und die Wirkung des Meerwassers auf die Zementmörtel zu studieren, waren in einem nicht offiziellen Bericht des Brüsseler Kongresses unter dem Titel „Verhalten des Zementes im Meerwasser" (in französischer Sprache) niedergelegt.

Leider ist durch eine unvorhergesehene Verzögerung die Beigabe der photographischen Ansichten der verschiedenen Blöcke und Bauten, welche auf der erwähnten Fahrt aufgenommen wurden, zu dem Brüsseler Kongreßbericht verhindert worden.

Der dem Kopenhagener Kongreß im Jahre 1909 vorliegende Bericht hilft diesem Mangel ab, indem er die photographischen Ansichten mit einer detaillierten Beschreibung der Bauten, sowie der zum Zwecke der Prüfung in den verschiedenen Häfen des Schwarzen und des Kaspischen Meeres versenkten Blöcke, die während der Expedition des Jahres 1909 besichtigt wurden, bringt.

Es wurden die Moli und die Schutzbauten in Petrovsk, Poti, Odessa, Novorossisk, Theodosie und Jalta, sowie die Trocken-

---

[1]) Der Originalbericht ist in den Ergänzungsheften zu den Kongreßberichten erschienen.

Digitized by Google

docks und die Docks von Sebastopol und Baku besichtigt. Die Reproduktion der 26 photographischen Ansichten, begleitet von Beschreibungen der Bauwerke und der Probeblöcke, geben einen ziemlich vollständigen Einblick in den Zustand dieser Bauten und führen zu der Schlußfolgerung, daß sich die Zerstörung der Zementblöcke auf zweierlei Weise kundgibt, u. zw.:

1. bei Blöcken, die im allgemeinen nur geringen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt sind, dadurch, daß sie sich mit einer mehr oder minder starken Schichte kohlensaueren Kalkes überziehen, so daß die Zerstörung nicht auf der Oberfläche selbst, sondern im Innern des Blockes sichtbar wird;

2. bei Blöcken, welche der direkten Wirkung der Wogen ausgesetzt sind und die von den Wogen bespült und unterwaschen werden, dadurch, daß sie ihre scharfen Winkel und Kanten verlieren und schließlich eine immer mehr sich abrundende Oberflächenform annehmen. Die chemischen Reaktionen, welche die Zerstörung der Blöcke bewirken, bestehen, wie dies schon die Herren Le Chatelier, Michaelis, Feret und andere gezeigt haben, in der Abstoßung der Kalkhydrate gegen die Blockoberfläche und im Eindringen der Magnesiumhydrate und wahrscheinlich auch der Sulfoaluminate von Kalk in das Innere der Blöcke.

Digitized by Google

V^E CONGRÈS INTERNATIONAL POUR L'ESSAI DES MATÉRIAUX, COPENHAGUE 1909.

V. INTERNATIONALER MATERIALPRÜFUNGS-KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

V^TH INTERNATIONAL CONGRESS FOR TESTING MATERIALS, COPENHAGEN 1909.

XI 2

Supplément, — Ergänzungsheft. — Supplement.

SUR L'ÉTAT DES BLOCS EN CIMENT DANS CERTAINS PORTS RUSSES DE LA MER NOIRE ET DE LA MER CASPIENNE.

Par **W. Czarnomski,** Ingénieur, St-Pétersbourg.

Les résultats de l'expédition de l'an 1904 faite par l'ingénieur W. Czarnomski et le professeur A. Baykoff dans les ports de la mer Noire et de la mer Caspienne pour visiter l'état des môles et des constructions maritimes afin d'étudier l'action de l'eau de mer sur le mortier en ciment, ont été décrits dans le rapport non officiel présenté au Congrès de Bruxelles de 1904 intitulé: „Sur la manière dont se comporte le ciment dans l'eau de mer."

Malheureusement, à cause d'un retard inattendu, les vues photographiques de différents blocs et bâtisses, faites pendant l'expédition mentionnée n'ont pu être insérées dans le rapport au Congrès de Bruxelles.

Le rapport présenté obvie à ce manque en publiant ces vues photographiques avec une description détaillée des constructions et des blocs mis à l'épreuve dans les différents ports de la mer Noire et de la mer Caspienne visités pendant l'expédition de 1904.

On visita les môles et les constructions protectrices à Odessa, Jalta, Théodosie, Novorossisk, Poti, Batoum, Bakou, Petrowsk, ainsi que les cales sèches, ou dock de Sébastopol et de Bakou. Les môles de ces ports sont tous construits sur le type des môles de Marseille. Sur des enrochements en pierres perdues s'élevant

Digitized by Google

du fond de la mer jusqu'à 21 pieds au-dessous du niveau de l'eau (limite de l'action destructive des vagues sur les enrochements dans la mer Noire), on élève une muraille faite de blocs régulièrement disposés et s'élevant légèrement au-dessus de l'eau, puis sur cette muraille on élève la maçonnerie munie d'un recouvrement protecteur; le risberme et les pentes extérieures des enrochements (dans les limites de l'action des vagues) sont aussi garnis de blocs protecteurs.

Pour examiner les parties sous-marines des môles, on effectuait l'extraction des blocs de l'eau, et, afin d'examiner l'état du mortier à l'intérieur, on faisait sauter ces blocs en morceaux avec des cartouches en poudre. Premièrement cette dernière opération s'effectuait sous l'eau à la place même où se trouvait le bloc; les scaphandriers retiraient les morceaux du bloc concassé hors de l'eau, et on prenait des échantillons qu'on examinait; mais comme on remarqua, que lors de l'extraction de l'eau des morceaux de bloc, les mortiers détériorés étaient délavés, on résolut d'extraire le bloc entier à l'aide d'une grue, puis lorsqu'il était amené à terre, on le faisait sauter en morceaux par la poudre, ou mieux encore, et cela afin d'éviter toute souillure des fentes intérieures du bloc pouvant provenir des produits de l'exposition, on résolut de briser le massif en morceaux à l'aide de coins et de masses.

Un des ports très caractéristiques sous le rapport de la diversité des liants hydrauliques employés pour la confection des bâtisses c'est le port de Petrovsk situé sur la mer Caspienne. La construction du port est faite à la seconde moitié du siècle passé. Les deux môles du port (le môle Sud de 500 mètres de longueur et le môle Nord de 880 mètres de longueur) sont construits en jetée formée de pierres naturelles, mais les musoirs de ces môles sont construits en blocs faits en maçonnerie et en béton; les blocs sont surmontés d'une superstructure en maçonnerie.

Les vues photographiques Nos. 1 et 3 représentent le musoir du môle Nord à Petrovsk remanié à plusieurs reprises pendant la période de 1870 à 1885; il est fait en maçonnerie et formé de blocs en pierres concassées liées par un mortier qui est déjà en partie détérioré; le mortier était composé de chaux hydraulique et de sable de mer. Les blocs de défense posés en 1880 au musoir du môle sont aussi en maçonnerie, formée de pierres concassées

Digitized by Google

avec un mortier de ciment anglais de Robins, en proportion de 1 ciment sur 3 sables de mer. Le mortier des blocs est aussi en destruction.

Les vues Nos. 2, 4, 7 et 8 représentent la partie extérieure du môle Sud à Petrovsk remaniée plusieurs fois pendant la période de 1870 à 1890. La superstructure du môle est en maçonnerie, composée de pierres concassées avec un mortier constitué par un mélange de chaux grasse avec des briques concassées en poudre. Les grands blocs sont en maçonnerie, formée de pierres concassées avec un mortier composé de ciment Portland anglais (White) et de sable de mer en proportion de 1 à 3. La maçonnerie et les blocs sont en destruction. Les autres blocs faits en 1890 en maçonnerie avec un mortier de ciment Portland de Novorossisk et de Volsk sont encore en bon état.

Le second port remarquable par la diversité des liants hydrauliques employés pour la confection de ses blocs posés dans les môles, c'est le port de Poti, situé sur la mer Noire. Dès l'origine de sa construction en 1868 ce port représentait une enceinte, limitée par deux môles convergeants, le môle Nord de 1100 mètres de longueur et le môle Sud de 1000 mètres de longueur, avec une entrée orientée vers l'Ouest. Quant aux liants hydrauliques employés de 1868 à 1885 c'était la chaux de Teil et le ciment anglais Robins pour le mortier des blocs sous marins et le même ciments anglais et le ciment de Teklak (ciment roman local) pour les blocs posés à fleurs d'eau et pour la superstructure. La composition de ces mortiers était: de 1 de chaux de Teil sur 1, 1,4 à 1·54 de sable; de 1 de ciment de Robins sur 2 à $2^1/_2$ de sable et de 1 de ciment de Teklak sur 2 à 3 de sable de mer local. De 1885 jusqu'à nos jours on passa à l'emploi de mortiers en ciments russes, principalement celui de Novorossisk en proportion de 1 de ciment sur $2^1/_2$ de sable pour les blocs sous-marins et de 1 de ciment sur 3 sable pour la superstructure.

Vers l'an 1900 on décida la reconstruction des môles de Poti en vue de donner au port une enceinte plus tranquille et mieux abritée contre les vagues de l'Ouest. Dans ce but on ferma l'entrée existant vers l'Ouest, on prolongea la partie du môle située parallèlement à la plage en formant le nouveau grand môle de 2000 mètres de longueur parallèle à la plage, et on a ouvert l'entrée au port par le Nord-Ouest. Enfin pour donner le libre accès au

Digitized by Google

port on décida la démolition de l'extrémité du vieux môle Nord (environ 200 mètres); de même on décida la reconstruction et le renforcement de la racine du môle Sud. Justement en 1904 la démolition du vieux môle Nord et la reconstruction du môle Sud ont été terminées, et il se présentait un moyen très favorable d'observer et de mettre à l'épreuve la grande majorité des blocs tirés de l'eau, dont les uns étaient encore déposés sur le môle en voisinage de la place de leur extraction et les autres étaient déjà posés comme blocs de défense sur la berge extérieure du grand môle en construction.

Les vues photographiques (Nos. 5, 6, 9, 10, 20, 21, 22, 23, 24, 25 et 26) représentent les parties du grand môle en construction et les blocs tirés des deux vieux môles et posés en blocs de défense sur le grand môle, notamment:

Les Nos. 5 et 21 présentent les blocs brisés artificiellement en morceaux en 1904. Ces blocs sont maçonnés en 1901 et composés de pierres concassées avec un mortier formé de ciment Portland Novorossisk et de sable de mer en proportion de 1 à $2^1/_2$; la solution alcoolique de phénolphtaleine versée sur les cassures fraîchement faites à l'intérieur du bloc indiquait la présence de l'hydrate de chaux; sur les faces extérieures des blocs on remarquait des suintements blancs.

Le No. 6 représente le bloc brisé artificiellement en morceaux en 1904; il était maçonné en 1878 et composé de pierres concassées avec un mortier formé de ciment anglais de Robins et de sable de mer en proportion de 1 à $2^1/_2$. Les cassures faites à l'intérieur du bloc rougissaient sous la solution du phénolphtaleine, indiquant les détériorations en forme de filaments blancs; sur les faces extérieures du bloc des suintements blancs.

Les Nos. 9, 10 et 22 représentent les blocs en béton faits et immergés en 1874 — 1878 avec un mortier de chaux de Teil en proportion de 1 de chaux sur 1,4 de sable; ces blocs tirés de l'eau en 1907 du môle du Nord qui était en reconstruction sont en bon état.

Le No. 20 représente la superstructure à demi détruite par les vagues à l'extérieur du grand môle de Poti.

Les Nos. 23 et 24 représentent les blocs en béton immergés à Poti en 1868 — 1878 et tirés de l'eau en 1902 pendant la reconstruction du môle Nord; ils sont faits avec un mortier de chaux de Teil en proportion de 1 de chaux sur 1,4 de sable;

Digitized by Google

tirés du môle Nord ils sont posés comme bloc de défense à l'intérieur du grand môle; brisés artificiellement en 1904, ils présentaient à l'intérieur un mortier parfaitement sain et en bon état.

Les Nos. 25 et 26 représentent les blocs maçonnés et immergés en 1876 à Poti et posés dans le môle Sud; ils sont faits avec un ciment local de Teklak (espèce de ciment roman) en proportion de 1 ciment et $2^1/_2$ de sable. Tirés du môle Sud en 1900 ils étaient posés comme blocs de défense à l'extérieur du grand môle. Le mortier de ces blocs a un aspect satisfaisant, mais les blocs même sont en morceaux.

Le port d'Odessa attire son attention comme un des plus anciens et des plus importants ports russes de la mer Noire. Les constructions protectrices de ce port sont: le môle de quarantaine avec son prolongement nommé le môle de la rade de 2000 m de longueur, le brise-lame de 1200 m de longueur et le môle de naphte de 1050 m de longueur. L'agrandissement du port d'Odessa commence de la seconde moitié du siècle passé.

De 1868 à 1876 on procéda à la reconstruction du môle de quarantaine et de son prolongement nommé le môle de la rade. Pour le mortier des blocs en béton en employa la pouzzolane de Rome et le ciment anglais de White, Robins et Francis. La composition de mortier en pouzzolane était: sur 311 poudes de pouzzolane de Rome, 45 poudes de chaux grasse et 10 m^3 de cailloux concassés. La composition de mortier en ciment anglais était pour le béton de 1 de ciment sur $2^1/_2$ de sable et pour les maçonneries de 1 de ciment sur $1^1/_4$, 2 et $2^1/_2$ de sable selon l'importance de la construction.

De 1879 à 1881 on a construit le brise-lame avec des blocs en béton; dans la partie orientale du brise-lame on employa le ciment anglais de White et de Jakson et dans la partie occidentale les ciments russes de Novorossisk et de Glouchoresk en proportion de 1 de ciment sur $2^1/_2$ de sable.

Ensuite de 1890 à 1892 on a construit le môle de naphte avec des blocs en béton et on employa aussi les ciments russes de Novorossisk et de Glouchoresk en proportion de 1 de ciment sur $2^1/_2$ de sable.

En 1900 dans différentes places du môle de quarantaine et du brise-lame on remplaça les blocs détériorés par des blocs

Digitized by Google

neufs, les blocs détériorés avaient des marques visibles de la destruction, enfilaments et suintements blancs.

En 1904 on remarqua les mêmes phénomènes sur les blocs faits en ciment russe et anglais.

Une attention particulière attirent les blocs d'Odessa faits en mortier de pouzzolane de Rome, posés sur la berge des môles de quarantaine de la rade; ils étaient couverts de coquilles et d'une verdure épaisse. L'un de ces blocs est représenté par le No. 17. C'est un bloc en béton fait en 1868 — 1869 avec un mortier de pouzzolane de Rome en proportion indiquée plus haut. Il était immergé en 1869 sur le môle de quarantaine, ensuite retiré de l'eau et de nouveau immergé en 1880 sur la berge intérieure du môle de la rade. Tiré de l'eau en 1904 et concassé en morceaux il avait un aspect indiqué sur la photographie; les parties concassées avaient des arêtes tranchantes et en assez bon état. Trois épreuves tirées de ce bloc et façonnées en cubes, ont été soumises à la compression au laboratoire d'Odessa et ont donné à la limite:

Pour le 1er cube	6,5 × 6,5 × 6,5 cm	. . 1500 kg
„ „ 2me „	6,5 × 6,5 × 6,5 „	. . 1500 „
„ „ 3me „	6,8 × 6,8 × 5,8 „	. . 3100 „

Cela revient par centimètre cube pour le 1er cube à 35,5 kg, pour le 2me à 35,5 kg et pour le 3me à 67,2 kg.

En passant à la visite des ports plus modernes, construits entre 1885 et 1900, comme ceux de Novorossisk, de Théodosie et de Jalta, on remarqua de prime abord, que le mode de construction des môles et des blocs employés dans les ports était à peu près le même.

A Novorossisk on examina plusieurs blocs immergés entre 1885 et 1891.

Les No. 11 et 12 des vues photographiques représentent les blocs de défense de Novorossisk posés sur la berge extérieure du môle d'Est de 1000 m de longueur et d'Ouest aussi de 1000 m de longueur. Ces blocs sont en béton avec un mortier de ciment Portland de Novorossisk en proportion de 1 de ciment sur 3 de sable. La destruction à la surface de ces blocs est visible. Un de ces blocs situé à une vingtaine de mètres du rivage recouvert par

Digitized by Google

une abondante végétation et des coquillages, fut concassé en morceaux; on remarqua à la surface du bloc une croûte de 20 mm d'épaisseur ne rougissant pas au phénolphtaleine; à l'intérieur on trouva le mortier délavé presque complètement avec présence par endroits d'une masse blanche à demi liquide. Un autre bloc analogue, situé à la racine du môle d'Ouest et concassé en morceaux, donna la même image, le mortier y était en partie délavé, mais en moindre degré que dans le cas précédent; dans les vides on observait une abondante masse blanche. Le bloc par un léger choc se partageait en morceaux. L'analyse de ces masses blanches faite par M. E. Schwartz a donné les résultats suivants:

Eau et matières organiques . . .	6,51%
$CaCo_3$	60,96 „
$CaSo_4$	0,58 „
SiO_2	1,56 „
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	1,02 „
$Ca(OH)_2$	1,82 „
$Mg(OH)_2$	16,65 „
Résidus insolubles	10,96 „

La croûte extérieure avait une épaisseur d'un millimètre.

Le No. 13 représente la partie extérieure de la superstructure du môle d'Est de Novorossisk prise au niveau de la mer à 300 mètres de la plage; les blocs et la superstructure sont de 1886—1888 faits en ciment de Novorossisk; les suintements et les destructions y sont visibles.

Des cas analogues s'observent à Théodosie. Le No. 15 représente un bloc en béton fait en 1892 à Théodosie avec un mortier de Glouchozersk et de sable en proportion de 1 à 3. Il était posé sur la berge extérieure du „mole Large" dans un milieu tranquille à une profondeur de 3 mètres. Lorsqu'il fut extrait de l'eau il paraissait être en parfait état de conservation. Extérieurement il était couvert de végétations et de coquillages. Cependant sous l'action de très légers chocs, il fut cassé en morceaux et lorsque les parties intérieures furent mises au jour, on observa partout une abondante masse blanche remplissant toute une série de petites cavernes. L'analyse de la masse blanche, séchée à l'abri

Digitized by Google

de l'air et faite par le professeur Baykoff, donna les chiffres suivants:

Eau et matières organiques . . .	12,41%
SiO_2	2,52 „
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0,81 „
$CaCO_3$	19,70 „
$CaSO_4$	1,60 „
$Ca(OH)_2$	3,52 „
$Mg(OH)_2$	56,90 „

Ici, comme on le voit par ces chiffres, la grande quantité de $Mg(OH)_2$ est sans aucun doute due à l'action de l'eau de mer.

La croûte extérieure avait une épaisseur de 2—3 millimètres.

Le No. 14 représente la partie extérieure de la superstructure du grand môle de 600 mètres de longueur à Théodosie ravagé par la mer à cause de la mauvaise qualité des pierres de revêtement.

A Jalta aussi la visite des blocs démontra le commencement de la destruction. Un bloc en maçonnerie fait en 1895 en ciment Glouchozersk, en proportion de 1 de ciment sur $2^1/_2$ de sable fut enlevé de l'eau. Il était plongé à 2 mètres de profondeur sur la berge du quai dans un milieu tranquille. Depuis le moment de sa pose en 1895 jusqu'à 1904, époque où il fut sorti de l'eau, il resta à la même place, de sorte que tous les changements survenus provenaient exclusivement de l'action de l'eau de mer. Lorsqu'on le souleva à l'aide d'une grue, il se divisa en 2 parties inégales, dont l'inférieure et en même temps plus petite resta dans la mer, tandis que la partie supérieure (environ les $^2/_3$ du bloc) fut amenée à terre. L'examen extérieur montra qu'elle était couverte d'une forte végétation et de coquillages. Des angles supérieurs, un seul était conservé; d'une manière générale la forme était très changée. Le bloc fut cassé facilement; on trouva à l'intérieur beaucoup de cavernes remplies de produits de décomposition. Certains de ces produits offraient l'aspect de masses blanches à demi-liquide et en grande quantité. D'autres produits, aussi abondants, avaient l'air d'être de la boue ou de la vase sans aucune liaison. L'analyse des masses blanches (séchées dans un ex-

Digitized by Google

siccateur avec de la chaux déshydratée), d'après l'analyse du professeur Baykoff, donna comme résultat:

Eau et matières organiques . . .	41,72%
SiO_2 sable	5,37 „
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0,68 „
CaO	40,72 „
MgO	10,35 „
SO_3	1,47 „

Ici, de même, la présence d'une grande quantité de Mg(OH) ne laisse aucun doute sur la forte action chimique que produit l'eau de mer à l'intérieur du bloc. La substance, offrant l'aspect de boue ou de vase séchée à 100° donna à l'analyse les résultats suivants:

Sable	42,50%
SiO_2	2,02 „
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	1,21 „
$CaCO_3$	46,21 „
$Mg(OH)_2$	3,45 „
$CaSO_4$	0,70 „
Eau et matières organiques . . .	4,46 „

La croûte extérieure avait une épaisseur de près de 1 mm.

A Bakou et à Sébastopol on visita les cales sèches. On y remarqua des filtrations à travers les murs. Les Nos. 18 et 19 représentent les vues photographiques des coulées et suintements blancs provenant de la filtration à travers le mortier dans les cales sèches de M. Dadachev à Bakou. Ces cales étaient construites en 1897—1898 en béton avec un mortier de ciment Portland et de sable en proportion de 1 à 3. Les mêmes suintements et coulées à demi-liquides étaient remarqués dans les cales sèches de Sébastopol. L'analyse d'un échantillon de ces coulées faite par le professeur Baykoff donna:

Eau et matières organiques . . .	14,13%
Sable	2,82 „
SiO_2	1,65 „
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0,53 „
$CaCO_3$	77,05 „
$Mg(OH)_2$	0,78 „
$CaSO_4$	2,26 „

Digitized by Google

Outre ces coulées demi-liquides on observait des coulées solides. Une de ces coulées s'était formée dans un angle de la cale sèche de Sébastopol et atteignait 5—6 mètres de longueur. L'analyse d'un morceau fait par le professeur Baykoff a donné les résultats suivants:

Eau et matière organique	7,68%
Sable	0,60 „
SiO_2	0,61 „
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	0,16 „
$Co(OH)_2$	0,53 „
$CaCO_3$	32,92 „
$CaSO_4$	3,03 „
$Mg(HO)_2$	53,91 „

Terminant le présent rapport et en se basant sur les observations recueillies dans les ports russes de la mer Noire et de la mer Caspienne, nous devons conclure que la destruction des blocs en ciments dans l'eau de mer se manifeste de deux manières: par la première les blocs principalement soumis à de faibles actions mécaniques se recouvrent d'une croûte plus ou moins épaisse de carbonate de chaux, et la destruction devient visible non à la surface, mais à l'intérieur des blocs, et par la seconds les blocs, principalement soumis à l'action directe des vagues, sont léchés et délavés par les vagues, perdent leurs angles et arêtes et définitivement prennent des formes de plus en plus arrondies.

Les réactions chimiques provoquant la destruction des blocs sont, comme l'ont démontré MM. Le Chatelier, Michaelis, Feret et d'autres: l'élimination vers l'extérieur de l'hydrate de chaux et précipitation à l'intérieur de l'hydrate de magnésie et probablement du sulfoalluminate de chaux.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XI 3

VERWENDUNG VON EISENBETON AM MEERE.

Vorläufige Mitteilungen von Professor **M. Möller,** Braunschweig.

Auf dem Watt der Nordsee stellte ich vor 13 Jahren einen kleinen Bau aus Platten unweit Husum her, um die Verwendbarkeit von Eisenbeton in der Höhenzone des bei Flut und Ebbe täglich wechselnden Meereswasserstandes zu prüfen. Wie Skizze 1 zeigt, ist der Bau in der Ansicht trapezförmig gebildet; er hat 225×300 cm Grundfläche und 80 cm Höhe. Die seitliche Umschließung besteht aus Platten von 7 cm Stärke mit Rundeiseneinlagen von 8 mm Durchmesser. Die Platten sind von der Firma Drenckhahn & Sudhop in Braunschweig hergestellt, und zwar in einer Mischung von 1 Zement, $2^1/_2$ Sand und 2 Pochkies, in Raumteilen verstanden.

Die Aufstellung der Platten erfolgte im März 1896; ihr Alter betrug etwa 40 Tage. Am Abend des 14., als das Meer zurückebte, ist bei Lampenlicht das Fundament für die Platten hergestellt worden. Ein kleiner Graben von 25 cm Tiefe wurde im Schlicksande des Watts ausgehoben und mit frisch hergestelltem Beton der Mischung 1 Zement, 3 Sand und 3 Kies gefüllt. Nachts stand die Baustelle unter Wasser. Früh 6 Uhr am 15. wurde weitergearbeitet. Von halb 8 Uhr ab erfolgte in $2^1/_4$ Stunden die Aufstellung der Platten. Die Fugen sind zunächst seitwärts mit Zementmörtel 1 Zement, $2^1/_2$ Sand verstrichen worden. Zum Schluß wurde die kreisförmige Aussparung innerhalb der Fuge mit reinem Zement vergossen. Am Fuß fanden die Platten einen vorläufigen Stützpunkt an einem Rahmen aus Holzlatten von 5×5 cm Stärke, welcher auf dem kleinen Betonfundament ruhte und durch Pflöcke am Boden befestigt war. Im Innern ist eine

Digitized by Google

Sohle aus frisch hergestelltem Beton eingebracht. Dann wurde der Raum mit dem Schlick vom Watt, einem tonhaltigen, leicht beweglichen Sande gefüllt und darauf die Decke aus frischem Beton in 5 cm Stärke aufgebracht. Um 2 Uhr nachmittags berührte das nun steigende Meerwasser den fertigen Bau. Das Wasser stieg bei seinem Höchststande zunächst nur etwa bis zu 35 cm Höhe über Plattenunterkante, da östlicher Wind das Wasser zurückhielt. Am folgenden Nachmittage war der Bau ganz unter Wasser, und in der Nacht zum 17. reichte das Hochwasser bei lebhaftem Westnordwestwinde etwa 1 m über Oberfläche Plattenbau.

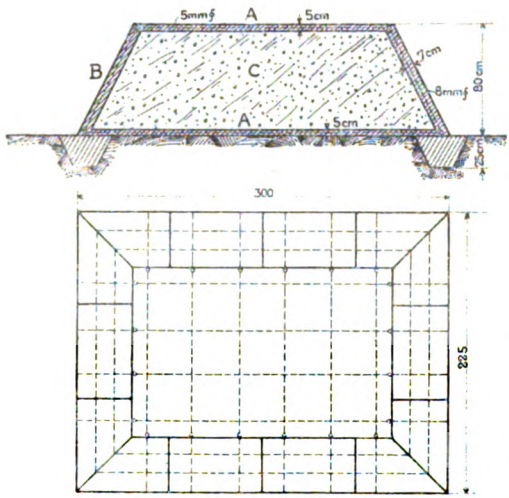


Fig. 1.

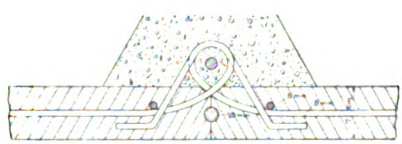


Fig. 2.

Skizze 2 zeigt Einzelteile des Bauwerkes. Die Eiseneinlagen traten in Form von Ösen neben den Fugen nach hinten an den Platten so hervor, daß die Ösen einander nach Aufstellung der Platten überdeckten; durch sie wurde jeweils von oben her ein verbindender Rundeisensplint von 15 mm Durchmesser gesteckt. Hinter die Fugen ist ferner Schalung aus Holz in Form schmaler Rinnen oder Kästen gebracht, die von oben her mit Beton ausgefüllt wurden, so daß die Ösen und deren Splinte von Beton umhüllt sind. Auch an der Plattenoberkante reichten die Eiseneinlagen in Ösenform heraus, um die Drahteinlagen der Decke daran verspannen zu können.

In der Folge zeigte sich nun, daß der an Ort und Stelle hergestellte Beton nur vorübergehend erhärtete, hernach aber, wenn

Digitized by Google

feucht, weich und, wenn trocken, bröckelig wurde und daß weißliche Ausscheidungen sich bildeten. Daher schlug der Wellengang nach kaum vier Jahren Löcher in die Decke des kleinen Bauwerkes. Diese wurden zunächst ausgeflickt. Hernach wurde dies aber unterlassen. Um jedoch die Auswaschung der feinen Schlicksandfüllung zu vermindern, wurde auf sie eine Lage Grand gebracht.

Es sind mir noch mehrere andere Fälle bekannt, bei welchen Beton oder Zementmörtel, nach Herstellung zu schnell mit Meereswasser in Berührung gelangt, aufgeweicht sind und weißliche Ausscheidungen zeigten; so z. B. der Mörtel eines Pegelpfeilerfundamentes, welches in Form eines Brunnens abgesenkt wurde, ferner die in der Baugrube aus Beton gestampfte Sohlenschwelle für Uferschutzpflaster, weiter Betondecken, auf einem durch Meerwasser infolge von voraufgegangenen Hochfluten durchnäßten Boden hergestellt. In drei Fällen warf der bauleitende Beamte in meiner Gegenwart die Frage auf, ob der Unternehmer dem Zement etwa Gips zugesetzt habe, da die Zementmasse weiß geworden sei. Die Ursache dieser Erscheinung lag aber in der zerstörenden Wirkung begründet, welche Meerwasser auf frisch hergestellten Beton ausübt, was ich persönlich zuerst durch meinen oben beschriebenen Versuch erkannt habe.

Während der frisch hergestellte Beton sich am Bau nicht bewährte und die oberen, nach seiner Zerstörung freigelegten Eisen alsbald gänzlich verrosteten und verschwanden, haben die Platten selbst, deren Beton bei Berührung mit dem Meerwasser ein Alter von etwa 40 Tagen besaß und also schon erhärtet war, sich durchaus gut gehalten; dasselbe ist von ihrer Eiseneinlage zu berichten, soweit dies bisher erkennbar war. Die Betonplattenoberfläche ist nur etwas rauh geworden. Dieser kleine Bau soll im September d. J. besichtigt und dann abgebrochen werden. Die Platten, welche nun 13 Jahre hindurch der wechselnden Einwirkung von Meereswasser und Luft ausgesetzt gewesen sind, werden aufbewahrt werden, und zwar eine der Platten im Laboratorium des Vereines Deutscher Portlandzementfabrikanten in Karlshorst bei Berlin, eine andere in dem Mechanischen Laboratorium der Herzoglich Technischen Hochschule in Braunschweig und eine dritte in Flensburg von dem Zementbaugeschäft der Herren Holm & Molzen daselbst, welche Firma bei Aufrichtung des Versuchsbaues behilflich gewesen ist.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XI4

ZEMENT IM MEERWASSER.*)

Von **A. Poulsen,** Sektionschef des kgl. dänischen Wasserbauamtes in Lemvig.

(Übersetzung aus dem Französischen.)

Mit den vorbereitenden Kongreßschriften wurde den Verbandsmitgliedern auch eine Broschüre, betitelt „Zement im Meerwasser", zugesandt, die genauen Aufschluß über einige von uns vor nunmehr einem Jahrzehnt zu dem Zwecke begonnnenen Versuchsreihen gibt, um die hauptsächliche Ursache der bisweilen beobachteten Zerstörungserscheinungen des Betons bei Meerbauten kennen zu lernen.

Diese von der Vereinigung der skandinavischen Portlandzement-Fabrikanten dem Verbande gewidmete Druckschrift enthält in Tafeln und Plänen die Versuchsergebnisse.

Die Versuche mit Zementen im Meerwasser sind auf Kosten der Vereinigung der Portlandzement-Fabrikanten mit Unterstützung der norwegischen und dänischen Wasserbaudirektionen wie auch des Personales dieser beiden Ämter unternommen worden mit einer Unterstützung also, die auch vom Standpunkte der Ökonomie von außerordentlicher Wichtigkeit war. Zur Ausarbeitung des Versuchsprogrammes wurde ein Komitee ernannt bestehend aus den Herren Ingenieuren: Budi, Lund (gestorben), Morris-Haslinger und Wallin.

Später kamen noch Herr Kjellström und ich dazu. Als Präsident des Komitees war ich gleichzeitig mit der Aufgabe betraut, die Durchführung der Beschlüsse des Komitees in die Wege zu leiten.

*) Auszug aus „Zement im Meerwasser". Bericht über Versuche, die auf Veranlassung des Vereines Skandinavischer Portlandzement-Fabrikanten 1896 ihren Anfang nahmen. Von A. Poulsen. Kommissionsverlag Gad, Kopenhagen. 3 M.

Digitized by Google

Im Gegensatz zu den Darlegungen der Broschüre will ich mit dem im § 9, Seite 28, u. zw. in folgendem Satze kurz zusammengefaßten Grundgedanken beginnen:

a) „Die Versuche sollen derartig ausgeführt werden, daß dem Laboratorium bloß ihr Anfang und ihr Abschluß zugewiesen wird; dadurch wird den Versuchen größeres praktisches Interesse verliehen."

ad a) Die Versuche sind doppelter Art insoferne, als sie sowohl Mörtelwürfel (ungefähr 3500 Stück) als auch Betonblöcke (etwa 100 Stück) von je $^2/_3$ m^3 Inhalt umfassen.

Diese Blöcke sind naturgemäß an der Küste selbst hergestellt worden nahe der Stelle, wo sie verlegt werden sollten, nämlich in Thyboron, an der Mündung des Limfjord in die Nordsee, nahe der Stadt Lemvig gelegen. Die Mörtelwürfel, welche angepaßt der Druckflächen der Laboratoriumsmaschinen die übliche Seitenfläche von 50 cm^2 aufweisen, sind auch im Laboratorium eingestampft worden. Das Komitee hat dabei in dankenswerter Weise den Beistand des staatlichen Laboratoriums in Kopenhagen erhalten.

Vom Laboratorium sind dann die Probekörper nach dem Hafen von Vardo, an der nordöstlichsten Ecke von Norwegen, nach Esbjerg, im südwestlichsten Teile Dänemarks und endlich in den Hafen von Degerhamn, auf der Insel Oland, nahe der Südostecke von Schweden, im baltischen Meere, gesandt worden, um an allen diesen Stellen der Einwirkung des Meerwassers und den klimatischen Einflüssen ausgesetzt zu werden.

In Degerhamn hat man die Probekörper frostsicher verlegt, das heißt tief genug unter dem niedrigsten Wasser des baltischen Meeres, das übrigens nur einen sehr schwachen Salzgehalt ($^1/_2$%) besitzt.

In Vardo und in Esbjerg wurde ein Satz von Probekörpern in derselben Weise unter dem niedrigsten Wasserstand verlegt, während eine andere Serie etwa im Mittelwasser versenkt und derart zweimal täglich abwechselnd den klimatischen Einflüssen, so namentlich Frost und Sonnenhitze und dem Einfluß des Meerwassers, ausgesetzt war. Der Salzgehalt des Seewassers beträgt hier etwa $3^1/_2$%. Während der Wintermonate konnten auf diese Art die Probekörper zweimal täglich auftauen.

Die Flut erreicht in Vardo eine Höhe von 4 m, in Esbjerg eine solche von 1·5 m. Die Mitteltemperatur dieser Häfen, die beide als eisfrei gelten können, beträgt in Esbjerg $7^1/_2^0$ C., in

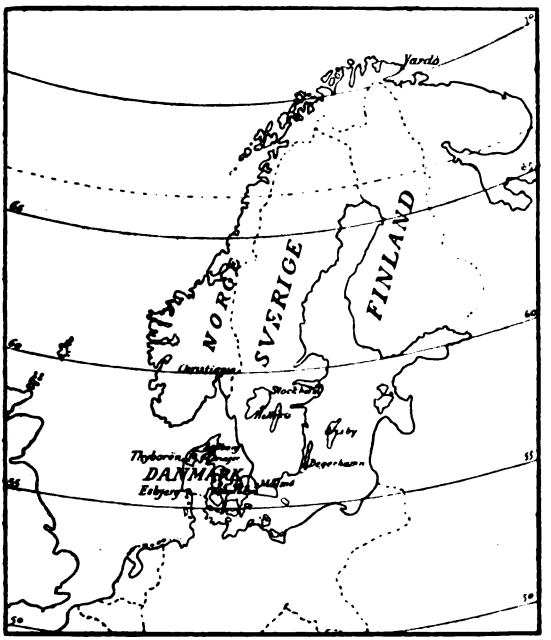
Digitized by Google

Vardo ungefähr 0° C.; beide Temperaturangaben beziehen sich sowohl auf die Luft wie auch auf das Meerwasser.

Nach dem vorher Gesagten haben wir für die Mörtelproben fünf verschiedene Verlegestellen, und zwar für jede solche Stelle 700 Würfel etwa.

In Esbjerg und in Vardo hat man schon lange vor Beginn unserer Versuche festgestellt, daß große Mengen Betons zugrunde gegangen waren. Die Doppelserien von Probewürfeln, die hier verlegt

Karte der skandinavischen Länder.



Zementfabriken.

Dänische Fabriken. Bei Aalborg: 1 Aalborg, 2 Danmark, 3 Norden, 4 Norresundby. — Bei Mariager: 5 Cimbria, 6 Dania, 7 Kongsdal.

Schwedische Fabriken: 8 Hellekis, 9 Degerhamn, 10 Visby. — Bei Malmö: 11 Lomma-Limhamn, 12 Klagshamn.

Norwegische Fabriken: 13 Christiania.

wurden, sind so ausgesprochenen und verschiedenen Einflüssen ausgesetzt, daß man hoffen durfte, in diesen Häfen sehr genaue Aufschlüsse zu erhalten. In Degerhamn hingegen, dessen Klima

Digitized by Google

ähnlich demjenigen von Esbjerg ist, konnte man darauf rechnen, daß auf die in dem wenig salzhältigen Wasser so tief versenkten Probekörper nur eine schwache Wirkung ausgeübt werden wird.

Die bereits erwähnten Betonversuche wurden gleichfalls an einer Stelle vorgenommen, wo man mit Beton ungünstige Erfahrungen gemacht hatte. Die Betonblöcke sind auf einer Buhne verlegt worden, die einen Bestandteil der Eindeichung der Ostküste von Jütland (Molo 59) bildet. Die Herren, welche an der Schlußexkursion des Kongresses nach Lemvig-Thyboron teilnehmen, werden Gelegenheit haben, diese Blöcke zu sehen. Die mittlere Wasser- und Lufttemperatur beträgt wie in Esbjerg etwa $7^1/_2{}^0$ C.; bloß die Fluthöhe ist eine geringere (0·5 m).

b) „Der zur Aufnahme der Versuchswürfel hergestellte Kasten hat sich als vollkommen zweckmäßig erwiesen; er schützte die Versuchskörper vor jedem mechanischen Schaden, ohne die übrigen physikalischen Einflüsse zu behindern."

ad b) Die angestrebten Ergebnisse hätten bei dieser Anordnung allerdings auch leicht verloren gehen können; glücklicherweisa sind aber die Versuche doch gut ausgegangen. In diesen Kasten, die ungefähr je 77 Würfel enthielten, konnten wir die Probekörper sowohl versenken als auch nach Ablauf eines vorher bestimmten Zeitabschnittes wieder herausheben, so etwa nach $^1/_4$, $^1/_2$, 1, 2, 4, 6 und 10 Jahren, ohne Verlust auch nur eines einzigen Würfels, gleichviel ob diese nur gespalten oder ganz zerstört waren.

c) „Die Kennzeichnung der Versuchsblöcke durch färbiges Glas in der Form von Perlen und kleinen Glasscherben, um das Mischungsverhältnis und die Zementgattung nachträglich zu bestimmen, hat dem beabsichtigten Zwecke vollkommen entsprochen."

ad c) Aber nicht bloß für die Blöcke, sondern auch für die Mörtelwürfel haben wir die Bezeichnung mittels Glasperlen angewendet. Bisweilen hätte die Art der Herstellung der Probekörper auch auf keine andere Weise als wie mit Hilfe der Perlen mit aller Klarheit erkennbar gemacht werden können.

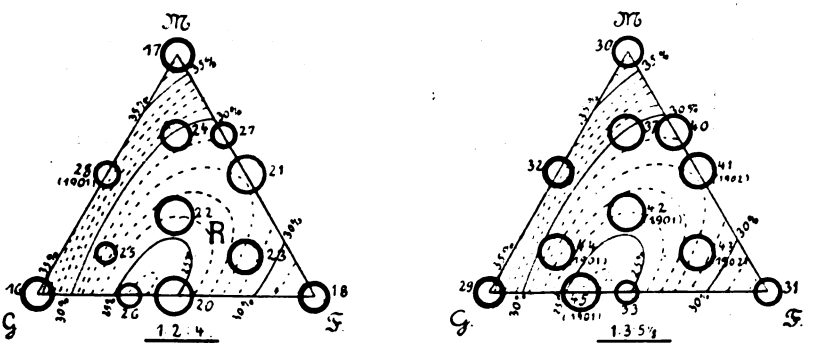
Zur Herstellung der Mörtelproben hat man je eine Portlandzementgattung aus jedem der drei skandinavischen Länder gewählt: 1. Aalborg (Dänemark), 2. Christiania (Norwegen), 3. Lomma-Limhamn (Schweden) und endlich auch noch zum Vergleich 4. einen englischen Portlandzement, den „Nine Elms" und 5. den französischen hydraulischen Kalk „Chaux du Teil". Aus diesen

Digitized by Google

Zementgattungen wurden nun Probekörper angefertigt in dem Mischungsverhältnis 1 Teil Zement, 3 Teile Sand, 1 : 2, 1 : 1 und 1 : 0 (reiner Zement), 4 Würfel von jedem Mischungsverhältnis, wobei Normalsand (von Bornholm) verwendet wurde und außerdem noch eine besondere Serie aus Dünensand von Thyboron (diesmal bloß mit Zusatz von Aalborger Zement).

Für die Betonblöcke hat man die oben angeführten fünf Zementgattungen sowie auch noch die Marken jener Werke verwendet, die an der Prüfung teilnehmen wollten: 6. Hellekis, 7. Dania, 8. Cimbria, 9. Danmark, 10. Hemmoor, 11. Norden und 12. schnell bindender Aalborg.

Betonproben mit Sand von verschiedener Korngröße in der Mole 59 bei Thyboron.



In den beiden nebenstehenden Figuren, deren jede mittels der eingezeichneten Kurven die in der Beilage 6*) angegebene Porosität der Sandgemische zeigt, sind die hergestellten Blöcke durch die Nummern bezeichnet, unter denen sie sich in der Tabelle Beilage 10*) angeführt finden. Die eine der Figuren enthält die Blöcke mit dem Mischungsverhältnisse 1 : 2 : 4, die andere mit dem Verhältnisse 1 : 3 : $5^1/_8$. Der Zustand der Blöcke ist durch einen Kreis angedeutet, dessen Radius die in der Beilage 10 angeführte Qualitätszahl ist.*)

Die meisten Blöcke wurden 1896—1897 hergestellt. Das Herstellungsjahr der später angefertigten Blöcke ist in Klammern hinzugefügt.

Wir haben auch einige Untersuchungen unter Beimengung von Zusätzen zum Portlandzement und mit besonderen Mischungen angestellt: 1. Traß, 2. Kieselgur (Mo-Ler), 3. ein Silikatzusatz zum „Lomma", 4. Schlackenzement, 5. ein Spezialzement „Dania",

*) Bezieht sich auf den Originalbericht.

Digitized by Google

6. Sandzement, 7. Kinnipple-Beton, 8. Hohle Monierblöcke, 9. Santorinerde und Zement, 10. Santorinerde und Kalk, 11. Puzzolanerde und Zement, 12. Puzzolanerde und Kalk. Außer diesen Blöcken aus verschiedenen Zementgattungen wurden auch noch 2×12 Blöcke (1 : 3 und 1 : 2) aus demselben Zement (Aalborg) mit Sand von dreierlei verschiedenen Korngrößen hergestellt.

Diese Blöcke wurden alle mit feinem Dünensand und Kies von der Küste von Thyboron angefertigt, wobei der Mörtel nach dem Mischungsverhältnis 1 : 3, 1 : 2 und 1 : 1, in einigen Fällen 1 : $2^1/_2$ hergestellt war und das Mengenverhältnis von Kies und Mörtel bei all diesen Mörtelgattungen dem Mischungsverhältnis von 1 : 2 mit 4 Teilen Kies entsprach.

Die Gesamtzahl der Probeblöcke war damit auf mehr als auf 100 Stück angewachsen.

d) „Im Augenblicke der Ausarbeitung des Versuchsplanes wäre es besser gewesen, die Anzahl der Proben in den ersten Jahren zu verringern, um später über ein umfangreicheres Versuchsmaterial verfügen zu können."

ad d) Unter Absatz b) ist erwähnt worden, daß wir die Kasten mit den Probekörpern nach $^1/_4$, $^1/_2$, 1 und 2 Jahren heben ließen. Nach 10 Jahren bleiben uns nunmehr an jeder Prüfungsstelle noch zwei solcher Kasten, welche nach 15 und 20 Jahren aus dem Wasser genommen werden sollen.

Wir müssen zugestehen, daß in den Augen derjenigen, die für eine Wiederholung solcher Versuche sind, unser Vorgehen nicht ganz zweckmäßig erscheinen kann.

e) „Die chemischen Einflüsse des Salzwassers allein sind nicht imstande, den Mörtel zu zerstören, nachdem der Portlandzement ein beinahe unversehrtes Aussehen zeigte."

ad e) Unter den mannigfachen Einflüssen, denen die Mörtelwürfel ausgesetzt sind, sollte die chemische Einwirkung am deutlichsten aus einem Vergleiche der Versuche erhellen, die unter dem Flutspiegel in Degerhamm und in Esbjerg angestellt worden sind, weil bloß an diesen zwei Stellen ein erheblicher Unterschied des Salzgehaltes der beiden Meere besteht. ($3^1/_2\%$ und $^1/_2\%$.)

Der Einfluß des Salzgehaltes auf den Beton ist im Schwarzen und im Kaspischen Meere, wie wir von Herrn Czarnomski ja erfahren haben, recht erheblich. Der Salzgehalt dieser beiden Meere und namentlich die Temperaturen der dortigen Gegenden

Digitized by Google

sind bedeutend höher wie in Skandinavien. Darin ist auch der Grund für den überwiegenden Einfluß der Meeressalze hier am Schwarzen und Kaspischen Meere zu suchen, während an den Küsten Skandinaviens hauptsächlich die Wirkungen des Frostes zur Geltung kommen.

f) „Im Gegensatze hiezu hat man bedeutende chemische Veränderungen im Kalke von Teil gefunden. Die einzige vorhandene Analyse von Vardo führt zu der Annahme, daß die schädlichen mechanischen Einflüsse vielleicht die gleichzeitigen chemischen Zerstörungserscheinungen beschleunigt haben."

ad f) Es ist bekannt, daß der Kalk von Teil bei den französischen Hafenbauwerken des Mittelmeeres im besten Rufe steht, für recht entsprechend gilt und bei Seebauten fast dort ausschließlich Verwendung findet. Dasselbe gilt in Italien bezüglich der Puzzolanmörtel mit Kalk trotz des hohen Salzgehaltes des Mittelmeeres (4%) und obgleich diese Mörtelgattungen nach etwa 20jähriger Einwirkung des Meerwassers nur mehr eine Konsistenz, ähnlich derjenigen der Kreide besitzen, verwendet man sie mit Vorliebe.

In unseren nördlicher gelegenen Ländern ist der Kalk von Teil ziemlich rasch zerstört worden, wobei sich gleichzeitig chemische Einflüsse haben feststellen lassen. Es erklärt sich diese Erscheinung erst aus einer primären Wirkung des Frostes, der an der Oberfläche Spalten und Risse entstehen läßt und dermaßen den chemischen Einfluß verstärkt. Die Portlandzemente hingegen, die viel rascher eine genügende Widerstandsfähigkeit gegen die mechanische Einwirkung des Frostes erlangen, scheinen aus dem soeben genannten Grunde gegen chemische Einflüsse verhältnismäßig gefeit zu sein. Bisweilen vermochte diesem Übelstande eine Granitpflasterung mit sorgfältiger Verfugung entsprechend abzuhelfen.

Die magereren Mörtel sind indessen nicht genügend widerstandsfähig. Es bilden sich Spalten, aus denen eine Masse von weißlicher Farbe dringt. In gewissen Fällen kommt es dann, wie wir feststellen konnten, zur Bildung der sogenannten „Betontulpen", seltsame Erscheinungen, deren einige ich Ihnen hier vorweise und die, wenn auch nicht von einem unserer Versuchsblöcke, so doch von einem Molo im Norden von Thyboron herrühren. Eine Erklärung dieser Erscheinung findet sich in der Zeitschrift „Zement und Beton", Jahrgang 1909.

Digitized by Google

g) „Die Zerstörung der Mörtelproben ist vorwiegend der mechanischen Wirkung des Frostes zuzuschreiben."

ad g) Bei einem Vergleiche der Versuchsreihen von Vardo mit jenen von Esbjerg und namentlich mit Berücksichtigung der zwei im Mittelwasserniveau versenkten Serien ergibt sich ein sehr beträchtliche Unterschied, obgleich der Salzgehalt des Wassers in den beiden so weit voneinander entfernten Häfen so ziemlich der gleiche ist ($3^1/_2\%$). Die klimatischen Verhältnisse der beiden Orte weisen indessen einen ganz bedeutenden Unterschied auf, nachdem die mittleren Luft- und Wassertemperaturen 0^0 C. hier und $7^1/_2{}^0$ C. dort betragen.

Damit besitzen wir aber auch schon das wichtigste Ergebnis unserer Versuche: das Vorherrschen der Wirkung des kalten Klimas. Während sich in Esbjerg wie in Degerhamn die Versuchskörper durch zehn Jahre hinlänglich gut erhalten haben, blieben in Vardo nur einige wenige Exemplare übrig, die bei der Bruchprobe im Laboratorium noch eine bemerkenswerte Festigkeit besaßen, ein Beweis für die Richtigkeit der Annahme, daß nicht eine innere chemische, sondern eine oberflächliche mechanische Einwirkung die Zerstörung der Mörtelwürfel herbeigeführt hat.

h) „Die Zerstörung der Betonblockproben läßt sich in gleicher Weise durch die klimatischen Wirkungen erklären."

ad h) Die Betonblöcke sind bloß bei Thyboron verlegt worden, weshalb die Möglichkeit eines Vergleiches fehlt. Es lassen sich übrigens trotz alles Bemühens die chemischen Veränderungen kaum feststellen. Diese Analysen haben aber jedenfalls gezeigt, daß in den Versuchsblöcken ebensowohl wie in den Mörtelwürfeln der Kalkgehalt abgenommen hat. Bisweilen — und namentlich war dies beim Chaux du Teil der Fall — hat der Gehalt an Magnesium und Schwefelsäure zugenommen und immer hat man eine Zunahme der Chlormenge gefunden, welcher Bestandteil den unternommenen Analysen zufolge an Alkali meistenteils nicht gebunden war.

Es muß jedoch besonders bemerkt werden, daß die Mörtel- und mehr noch die Betonanalysen durch fremde, mit dem Sande und Kiese eingebrachte Bestandteile derartig kompliziert wurden, daß jede Genauigkeit beinahe illusorisch war. Den größten Wert für die Beurteilung der Zerstörung der Blöcke hat daher noch immer deren Aussehen.

Digitized by Google

i) Die „Mörtelmischung 1 : 3 ist für die Meere Skandinaviens zu schwach."

ad i) Das Wort „Meer" soll hier ein Meerwasser von normaler Zusammensetzung mit $3^1/_2{}^0/_0$ Salzgehalt bezeichnen. Im Baltischen Meere können zweifellos die schwächeren Mischungen angewendet werden, sobald nur auf Frostschutz Bedacht genommen ist.

Unsere Versuche, namentlich die in Vardo, haben gezeigt, daß unter der Einwirkung des Meerwassers die Mörtelproben 1 : 3 eine geringe Dauerhaftigkeit aufweisen und die Betonblöcke von Thyboron, gleichfalls nach einem Mischungsverhältnis 1 : 3 hergestellt, nach Ablauf von zehn Jahren fast alle zerstört waren.

j) „Der Sand des Mörtels sollte eine Mischung aus Sand von verschiedenen Korngrößen darstellen, derart jedoch, daß der feinkörnige Sand den weitaus überwiegenden Anteil hat ($^1/_3$—$^2/_3$). Es ist nicht immer die dichteste Mischung, die später dem Mörtel die größere Widerstandsfähigkeit verleiht."

ad j) Der „gröbste" Sand dieser Mischungen hat die Korngröße wie etwa ein Getreide- bezw. ein Gerstenkorn, die feinste Sandsorte ist gleich dem hiesigen Dünensand. Außerdem gibt es noch eine mittelgroße Sandgattung.

Die dichteste Mischung enthält $^1/_3$ Feinsand und $^2/_3$ Grobsand und besitzt eine Wasseraufnahmefähigkeit (Hohlräume) von $24^0/_0$. Diese Mischung enthält keine Mitelgattung Sand. Die Mischung von $^1/_3$ Feinsand mit $^2/_3$ Mittelsand hat sich anderwärts abgeführten Versuchen zufolge als höherwertig erwiesen. Bei uns aber beziehen sich die Untersuchungsergebnisse auf eine Mischung, die reicher an Feinsand ist (etwa die Hälfte) und außer diesem bloß Grobsand enthält.

k) „Der Zusatz eines feingemahlenen Stoffes zum Zement ist vorteilhaft (Traß oder auch nur Sand)."

ad k) Unsere Versuche haben die Ergebnisse von bereits früheren Versuchen bekräftigt, die Erfahrung nämlich, daß der Mörtel durch Zusatz von verschiedenen Stoffen, die ebenso fein gemahlen sind wie der Zement, verbessert werden kann. Diese Tatsache ist indessen für uns nicht von gleicher Bedeutung wie für die Länder mit Traß- und Puzzolanlagern oder selbst mit Schlackenfabrikation.

Wir haben den Wert von gewöhnlichem, dem Zement beigemengten Sand („Sandzement") festgestellt und auch (allerdings

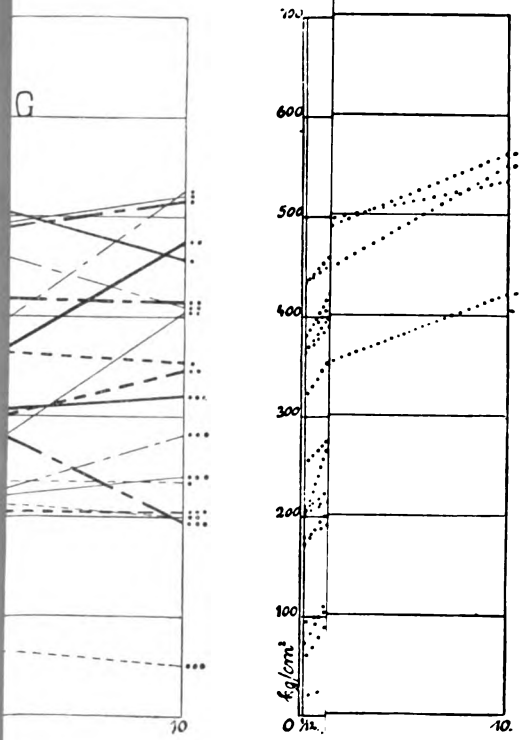
Digitized by Google

mit noch zweifelhaftem Resultate) einen Versuch mit dem Zusatz von dänischer Kieselgur gemacht, die für uns am billigsten von all den genannten Zusatzstoffen erhältlich ist.

Zum Schlusse will ich daran erinnern, daß die hier vorgeführten Versuche, die programmgemäß sich über einen Zeitraum von 20 Jahren ausdehnen sollen, heute erst auf eine 10jährige Dauer zurückblicken, und daß daher deren Ergebnisse heute noch nicht Gegenstand eines wissenschaftlichen Meinungsaustausches sein können.

Digitized by Google

rfeln vorgenommenen



üstensand.

l.

Digitized by Google

THE
JOHN CRERAR
LIBRARY

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XII 1

WETTERBESTÄNDIGKEIT DER BAUSTEINE.

Bericht vom Obmann der Kommission 7, Professor **A. Hanisch**, Wien.

(Beiträge von Prof. Dr. J. Hirschwald, Charlottenburg, Prof. Dr. H. Seipp in Kattowitz und E. Leduc in Paris.)

Der Züricher Kongreß hat im Jahre 1895 folgende Fragen zum Studium aufgestellt:

Aufgabe 7.

a) Würdigung des Zusammenhanges zwischen der chemischen Zusammensetzung der natürlichen Bausteine und deren Wetterbeständigkeit. Prüfung des Einflusses der Rauchgase, insbesondere der schwefeligen Säure.

b) Methoden zur Untersuchung der Qualität, insbesondere der Wetterbeständigkeit der Dachschiefer.

Infolge des erfreulichen Eintrittes nachfolgender Herren in die Kommission seit dem Brüsseler Kongreß und zwar der Herren: *Prof. M. Gary,* Groß-Lichterfelde, Prof. *Dr. J. Hirschwald* aus Charlottenburg, Geheimrat *H. E. Leduc,* Paris zeigt die zum Studium dieser Frage bestimmte Kommission folgende Zusammensetzung:

Präsident: *Hanisch A.,* k. k. Oberbaurat und Professor, Sektionsvorstand und Leiter der Versuchsanstalt für Bau- und Maschinenmaterial am k. k. technologischen Gewerbemuseum in Wien.

Vizepräsident: *Larivière P.,* Ingenieur, Paris.

Mitglieder: *Dietrich E.,* Professor a. d. technischen Hochschule, Berlin (Deutschland).

Gary M., Professor und Abteilungsvorsteher im kgl. Materialprüfungsamt Groß-Lichterfelde-West.

Digitized by Google

Glinzer E., Dr., ordentl. Lehrer der allg. Gewerbeschule und Baugewerkschule, Hamburg.

Hirschwald J., Dr., Professor, Geheimer Regierungsrat, Vorsteher des mineralogisch-geologischen Institutes der kgl. technischen Hochschule in Berlin.

Seipp H., Dr., Professor und Direktor der kgl. Baugewerkschule in Kattowitz.

Leduc E., Chef de Section au Laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers, Paris (Frankreich).

Vogt H. L., Professor der Universität Christiania (Norwegen).

Kennedy A. P. W., F. R. S., London (Großbritannien).

Siemens A., London.

Greil A., Baurat, Vorstand der städt. Materialprüfungsstation, Wien (Österreich).

Kournakoff N., Professeur à l'Institut des ingénieurs des mines, St. Petersburg (Rußland).

Lamine N., Professeur, adjoint à l'Inst. des ing. des voies de comm., St. Petersburg.

Maluga J., Professeur à l'Académie des ing. milit., St. Petersburg.

Perrimonde, Ingenieur, St. Petersbourg.

Wikander A., Professor, Göteborg (Schweden).

Grubenmann, Dr., Prof. am eidg. Polytechnikum. Zürich (Schweiz).

Lunge G., Dr., Professor am eidg. Polytechnikum, Zürich.

Wartha V., Dr., Professor am kgl. Polytechnikum, Budapest (Ungarn).

Kemp J. F., Geologe, Professor a. d. Universität, New-York (Ver. Staaten v. Nordamerika).

Merrimann M., Consulting Engineer, New-York, N. Y.

Dem dem Brüsseler Kongreß vorgelegten Bericht über den Stand der Kommissionsarbeiten ist seither folgendes beizufügen:

Seitens der Mitglieder der Kommission 7 war seinerzeit dem Wunsche Ausdruck verliehen worden, zunächst die Veröffentlichung der das gleiche Ziel anstrebenden Arbeiten des Herrn Geh. Regierungsrates Prof. Dr. J. Hirschwald abzuwarten. Das vor kurzem unter dem Titel „Die Prüfung natürlicher Bausteine auf ihre Wetterbeständigkeit“*) erschienene hervorragende Werk des

*) Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1908.

Digitized by Google

Genannten, das derselbe im Auftrage des preußischen Ministeriums für öffentliche Arbeiten verfaßt hat, wäre nun in jeder Hinsicht vollständig geeignet, als Grundlage der Diskussion für die neu aufzustellenden Normen zu dienen.

Da aber auch der Deutsche Verband für die Materialprüfungen der Technik, einer Anregung des Herrn Landes-Geologen Dr. Leppla folgend, einen besonderen Ausschuß für die Beantwortung derselben Frage eingesetzt hat, der aus namhaften Fachmännern besteht und mit Unterstützung der Jubiläumsstiftung der deutschen Industrie seine Arbeiten begonnen hat, so schien es angezeigt, auch noch die Ergebnisse der Arbeiten dieses Verbandes abzuwarten, um auch diese den Verhandlungen der Kommission zu Grunde legen zu können.

Wenn es daher auch nicht möglich wurde, bereits jetzt mit einer Kommissionsarbeit oder gar mit bestimmten Anträgen vor den Kongreß zu treten, so möchte der Präsident hier wenigstens eine Reihe von Anregungen und Fragen verzeichnen, welche aus dem Kreise der Kommissionsmitglieder hervorgegangen, beim Studium der Wetterbeständigkeit der Steine zu berücksichtigen sein werden.

So schreibt Herr Geheimrat Prof Dr. J. Hirschwald in seinem Briefe vom 2. Jänner 1909, nachdem er darauf hinweist, daß die eigentliche Aufgabe der Kommission in seinem genannten Werke bereits eingehend berücksichtigt worden ist und er es dem Urteil der Kommission überlasse, inwieweit die genannte Aufgabe hierdurch ihre Erledigung gefunden habe:

„Als neue Aufgaben, deren Bearbeitung seitens des Inter-„nationalen Verbandes dringend erwünscht wäre, erlaube ich mir „die folgenden in Vorschlag zu bringen:

„1. Untersuchung einer möglichst großen Zahl von Gesteinen „älterer Bauwerke nach der von der Kommission des preußischen „Ministeriums der öffentlichen Arbeiten befolgten Methode, um fest-„zustellen, ob die Bewertung der Gesteineigenschaften, wie sie „hiernach erfolgt ist, auch für solche Gesteine zutrifft, welche in „erheblichem Grade von der Zusammensetzung der bisher unter-„suchten Materialien abweichen."

„2. Aufstellung eines möglichst einfachen, für den praktischen „Gebrauch in den Materialprüfungs-Anstalten zweckdienlichen Unter-

Digitized by Google

„suchungsschemas, nach den Ergebnissen der bisher ausgeführten „Arbeiten."

„3. Festsetzung von Vorschriften für die Entnahme des den „Prüfungsanstalten zur Untersuchung einzureichenden Probematerials „und die beizufügende Profilzeichnung, bezw. Beschreibung des „betreffenden Steinbruches."

Herr Geheimrat Hirschwald hatte die Güte, selbst ein Prüfungsschema, wie es sub 2 genannt ist, aufzustellen. Dasselbe ist als Ergänzungsheft der Kongreßschriften erschienen, aber in einem übersichtlichen Auszug diesem Berichte als Anhang beigeschlossen. Dieses Untersuchungsschema, welches alle Prüfungsverfahren nach dem heutigen Stande der Wissenschaft zusammenfaßt, ist aufs Wärmste zu begrüßen und wird hiemit dem Gutachten der Kommissions- und der Verbandsmitglieder unterbreitet.

Von besonderem Werte erscheint ferner eine gründliche Aussprache seitens der Herren Kommissionsmitglieder über abgekürzte Wetterbeständigkeitsproben (Lösungs- und Zersetzungsversuche), wie solche von dem Kommissionsmitgliede Direktor Prof. Dr. H. Seipp dem internationalen Verbande unterbreitet wurden und für welche derselbe dem Brüsseler Kongresse Verbesserungsvorschläge erstattete.

Ebenso wünschenswert dürfte bereits jetzt eine Stellungnahme der Kommission zur Vornahme von Zugfestigkeitsproben bei der Prüfung der Bausteine auf Wetterbeständigkeit sein, sowie die Beantwortung der Frage, ob die Steine nach dem Froste im trockenen, nassen oder in noch gefrorenem Zustande den Festigkeitsversuchen zuzuführen wären.

Zu dieser Frage ist dem Präsidenten eine wertvolle Studie „Zur Theorie der Frostwirkung auf natürliche Bausteine" von Prof. Dr. H. Seipp zugekommen, die gleichfalls als Auszug diesem Kommissionsbericht beiliegt, während die Studie selbst in den „Ergänzungsheften" erschienen ist. Professor Seipp wiederholt darin seine Forderung, daß bei dem Frostversuche die Druckfestigkeitsprüfung künftig durch die Zugfestigkeits- und Scherfestigkeitsprüfung vor und nach dem Frostversuche ersetzt werde und weist auf die verschiedenen Einflüsse hin, welche für Art und Grad der Frostwirkung bestimmend sind, wie Porengröße, Porenform, Porenverteilung, Wasseraufsauge- und Erweichungsfähigkeit der Steine.

Digitized by Google

Eine wertvolle Anregung enthält der Kommissionsbeitrag von H. E. Leduc, Sektionsleiter am Laboratorium des Arts et Métiers, Paris, betitelt: „Zur Bestimmung der Frostbeständigkeit der Steine", der ebenfalls, und zwar in seinem ganzen Umfang, als Beilage dem Bericht angeschlossen ist.

Herr E. Leduc bespricht hier die bestehenden Frostbeständigkeitsproben in kritischer Weise und schlägt ein neues beschleunigtes Frostbeständigkeitsverfahren vor, welches er dem Kongreß zur Überprüfung durch Forscher verschiedener Länder empfiehlt. Das von ihm empfohlene Verfahren ist in seinem Bericht eingehend behandelt und besteht in folgendem: „Die Probekörper (Würfel von 70 mm Seitenlänge) von natürlichen Steinen und Backsteinen werden bei 100° bis zur Erzielung eines konstanten Gewichtes getrocknet. (Konglomeratgesteine wären am besten unter eine Glocke mit Schwefelsäure zu setzen oder bei 40—50° zu trocknen. Letzteres ist aber von zweifelhaftem Erfolg.) Hierauf werden die Probekörper bis zu 20 mm Höhe in Wasser gesetzt. Dem durch die Kapillarwirkung ansteigenden Niveau folgend wird halbstündig Wasser zugesetzt. Ganz mit Wasser getränkt, werden sie mit Wasser bedeckt und gewogen. Falls die Tränkung nicht sichtbar wäre oder nur langsam die obere Würfelfläche erreicht, werden die Würfel 8 Stunden, gerechnet vom Beginn des Versuchs, ganz unter Wasser gesetzt. Nach 24stündigem Eintauchen, gerechnet vom Beginn des Versuchs, werden die Würfel vier Stunden in eine Chlorkalziumlösung von der Dichte 1·30 bei —15°, hierauf 4 Stunden in Wasser von +15° getaucht."

Die genannten drei Arbeiten, für welche der Präsident hiemit seinen wärmsten Dank ausspricht, kamen demselben erst in allerletzter Zeit zu, so daß die Kommission sich mit ihnen nicht mehr beschäftigen konnte; sie sollen den weiteren Arbeiten als Grundlage dienen.

Endlich möchte der Präsident an dieser Stelle noch die Fragen und Anregungen in Erinnerung bringen, die Herr Prof. E. Dietrich in Berlin schon vor längerer Zeit der Kommission vorgelegt hat und die sich zum Teile auch in den seither von anderer Seite zugekommenen Anregungen wiederfinden. Dieselben lauten:

1. Ist es, wie Martens (Berlin) in einer Veröffentlichung richtig für homogene Massen behauptete, auch für Untersuchungen

Digitized by Google

von Steinen gleichgültig, wie groß die Probekörper sind? Mir will dies durchaus nicht in den Sinn.

2. Die Steinbruchbesitzer schicken naturgemäß Proben aus ihren besten Bänken, verwenden aber auch die minderwertigen. Was nützen dann die Prüfungsatteste? Müßte nicht bei Vorlegung einiger Proben von einer Ortsbehörde bescheinigt werden, ob der Bruch durchwegs gleichartiges Material zeigt, bezw. ob die Proben den im Abraume befindlichen Bänken entnommen sind?

3. Ist es bei Herstellung von Proben aus Sedimentärgesteinen nicht erforderlich, auch die Schichtung zu beachten, also anzugeben, ob bei der Prüfung der Druck, bezw. der Zug parallel oder senkrecht zur Schichtung erfolgte?

4. Ist die Parallelführung durch zwei Schrauben der Tetmajerschen Maschine so zuverlässig, daß eine anscheinend nicht vorhandene obere Gelenkplatte entbehrt werden kann? Wenn auch die neuen Schrauben vielleicht durchaus gleichartig sind, so können sie sich doch nach Jahren verschiedenartig abnutzen.

5. Bei Frostversuchen sollte stets die Lupe zuhilfe genommen werden, um Veränderungen an der Oberfläche der geprüften Materialien besser zu erkennen. Soll dies nicht allgemein vorgeschrieben werden, ebenso die mikroskopische Untersuchung an Dünnschliffen nach Hirschwald?

Der Präsident glaubt der Hoffnung Ausdruck geben zu dürfen, daß es durch das Studium dieser großen Fragenkomplexe, sowie bei möglichster Berücksichtigung der ausgezeichneten Arbeiten und Vorschläge des Herrn Geheimrates Prof. Dr. Hirschwald und bei den vom deutschen Verbande für die Materialprüfungen der Technik zu erwartenden Ergebnissen gelingen wird, für den nächsten Kongreß ganz bestimmte Anträge ausarbeiten und so zu einer glücklichen Lösung auch dieser so schwierigen Aufgabe gelangen zu können und er stellt daher den Antrag, der Kongreß möge die Kommission mit der Weiterführung der Arbeit betrauen, in welche alle vorbenannten Anregungen einzubeziehen wären.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XII 2

SCHEMATA *) ZUR PRÜFUNG NATÜRLICHER BAUSTEINE AUF IHRE WETTERBESTÄNDIGKEIT.

Von Prof. Dr. J. Hirschwald, Berlin.

Anhang zum Bericht der Kommission 7.

Auszuführende Prüfungen:	Sandstein	Grauwacke	Kalkstein	Dachschiefer	Granitische Gesteine u. kryst. Schiefer	Porphyr	Basalt
1. Mikroskopische Gesteins-Analyse[1]:							
a) Art der Kornbindung	1a	1a	1a	1a	—	—	—
b) Bindungszahl und Bindungsmaß (pag. 259)	1b	1b	—	—	—	—	—
c) Mineralogische Beschaffenheit des Kontakt-, bezw. Poren- und Basalzements (Taf. IIIb)	1c	1c	—	—	—	—	—
d) Schichtungstypus (pag. 256, Taf. IVa u. b)	1d	1d	1d	—	—	—	—
e) %-Gehalt an körnigem Bestandteil und Bindemittel (pag. 141) . . .	1e	1e	—	—	—	—	—
f) Mittlerer Durchmesser der körnigen Bestandteile und Anzahl auf 1 cm² (pag. 120)	1f	1f	1f	—	1f	—	—
g) Spezielle Verhältnisse der Kornverwachsung (Kontaktflächen, Stetigkeit) (pag 446)	—	—	1g	—	—	—	—
h) Strukturtypus (pag 442 bis 446, 595 u. 639)	—	—	1h	—	1h	1h	1h
i) Differente Einlagerungen (pag 447)	—	—	1i	—	—	—	—

[1]) Die angegebenen Seitenzahlen beziehen sich auf das Werk: Hirschwald, Die Prüfung der natürlichen Bausteine auf ihre Wetterbeständigkeit. W. Ernst & Sohn, Berlin 1908.

*) Ein ausführlicheres Schema ist als „Ergänzungsheft zu den Kongreßberichten" erschienen.

Digitized by Google

Auszuführende Prüfungen:	Sandstein	Grauwacke	Kalkstein	Dachschiefer	Granitische Gesteine u. kryst. Schiefer	Porphyr	Basalt
k) Porositäts-Charakter (pag. 447) .	—	—	1k	—	—	—	—
l) Mikrostructur der Glimmerlagen (537, 540)	—	—	—	1l	—	—	—
m) Morphologische Ausbildung der Glimmerlagen (pag. 537)	—	—	—	1m	—	—	—
n) Stärke der Glimmerlagen (pag. 540)	—	—	—	1n	—	—	—
o) Anzahl derselben auf 1 mm Querschnitt	—	—	—	1o	—	—	—
p) Schädliche akzessorische Gemengteile	1p	1p	1p	1p	1p	1p	1p
q) Verwitterungsgrad des Feldspats bezw. der übrigen Bestandteile (pag. 598)	1q	1q	—	—	1q	1q	1q
r) Gefüge (kompakt bis locker) . . .	—	—	1r	—	1r	1r	1r
s) Silificierungsgrad	—	ev. 1s	ev. 1s	1s	—	1s	—
t) Gehalt an sog. Glasbasis (pag. 642)	—	—	—	—	—	1t	1t
2. Bestimmung der Porosität u. der Wasseraufsaugungsfähigkeit:							
a) Absolute Porosität (pag. 149) . .	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a
b) Relative Porosität (pag. 152, 45) (Wasseraufnahme unter verschiedenem Druck)	2b	2b	2b	2b	2b	2b	2b
c) Bestimmung des Sättigungscoefficienten S (Theoret. Frostprüfung, pag. 152)	2c	2c	2c	2c	2c	2c	2c
d) Bestimmung des Verteilungscoefficienten V (pag. 157)	2d	2d	2d	2d	ev. 2d	—	—
e) Wasseraufnahme von der Schichtfläche (pag 547)	—	—	-	2e	—	—	—
3. Färbungsprobe (pag. 165—169) .	3	3	3	—	3	3	3
4. Bestimmung der Kornbindungsfestigkeit (pag. 266 u. 326) . . .	4	4	4	—	ev. 4	ev. 4	ev. 4

Digitized by Google

Auszuführende Prüfungen	Sandstein	Grauwacke	Kalkstein	Dachschiefer	Granitische Gesteine u. kryst. Schiefer	Porphyr	Basalt
5. Bestimmung der Erweichungsfähigkeit in Wasser							
a) durch Zugfestigkeitsprüfung in trockenem Zustand u. nach Wasserlagerung (pag. 266)	5a	5a	5a	—	ev. 5a	ev. 5a	ev. 5a
b) durch Härteprüfung desgl. (pag. 196)	—	—	ev. 5b	5b	—	—	—
c) durch Schlämmanalyse (pag. 200)	ev. 5c	—	—	—	—	—	
6. Prüfung durch Erhitzen (pag. 590 u. 785)	—	—	—	6	—	—	6
7. Experimentelle Frostprüfung bei verschiedener Wassersättigung (pag. 273)	7	7	7	7	ev. 7	ev. 7	ev. 7
8. Chemische Prüfung auf einzelne Bestandteile (FeS_2; Kohlenstoff und seine Verbindungen; CaO, MgO, FeO, Fe_2O_3, CO_2, Al_2O_3) nach Maßgabe des Gesteins	8	8	8	8	8	8	8
9. Qualitätsbestimmung des untersuchten Gesteins nach den betreffenden Bewertungsschematen	9	9	9	9	9	9	9

Digitized by Google

Vergleichung der bisher üblichen mit der in Vorschlag gebrachten Prüfungsmethode.

Bisherige Prüfungsmethode	Neue Prüfungsmethode
1. Porositätsbestimmung.	zu 1. Ergänzung durch die Bestimmung der Wasseraufnahme im Vacuum und unter hohem Druck bezw. durch Bestimmung der Wasseraufsaugung von der Schichtfläche und der Querfläche. Berechnung des Sättigungscoefficienten S und des Verteilungscoefficienten V.
2. Druckfestigkeitsprüfung des Gesteins in trockenem und wassergelagertem Zustande.	zu 2. Ergänzung bezw. Ersatz durch Zugfestigkeitsprüfung unter Reduktion des Prüfungsresultats auf die Summe der Bindungsflächen behufs Bestimmung der Kornbindungsfestigkeit.
3. Experimentelle Frostprüfung.	zu 3. Ev. Ergänzung durch Prüfung bei verschiedenem Grade der Wassersättigung. Überdies: 4. Mikroskopische Gesteinsanalyse. 5. Ev. Schlämmanalyse u. Färbungsprobe. 6. Chemische Untersuchung auf einzelne Bestandteile (FeS_2, [Ca, Mg, Fe] CO_3. Fe_2O_3, Tongehalt, Kohlenstoffverbindungen; Verhalten der etwaigen „Glasbasis“ in vulkanischen Gesteinen gegen Säuren).

Digitized by Google

Vᴱ CONGRÈS INTERNATIONAL POUR L'ESSAI DES MATÉRIAUX, COPENHAGUE 1909.

V. INTERNATIONALER MATERIALPRÜFUNGS-KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

Vᵀᴴ INTERNATIONAL CONGRESS FOR TESTING MATERIALS, COPENHAGEN 1909.

XII₂

Supplément. — Ergänzungsheft. — Supplement.

SCHEMATA ZUR PRÜFUNG NATÜRLICHER BAUSTEINE AUF IHRE WETTERFESTIGKEIT.

Von Prof. Dr. **J. Hirschwald**, Berlin.

I. Prüfungsschema für Sandsteine.

1. Allgemeine mineralogische Untersuchung unter eventueller Anwendung einer starken Lupe:
   a) Farbe des Gesteins. Färbungsmittel.
   b) Größe und Gleichmäßigkeitsgrad der Körnung.
   c) Akzessorische Gemengteile und Beschaffenheit derselben.
   d) Morphologische Ausbildung der Quarzkörner (S. 278).[1])
   e) Art der Kornbindung (S. 277).
   f) Mineralogische Beschaffenheit des Porenzements; Härteprüfung desselben in trockenem und wassergesättigtem Zustande mittels der Stahlnadel (S. 115).
   g) Porositätsgrad und Porenausbildung.
   h) Art und Grad der Schichtung, bezw. Schieferung.
2. Mikroskopische Untersuchung an Dünnschliffen:
   a) Durchmesser der Quarzkörner und Anzahl derselben auf 1 cm² (Planimeter-Okular, S. 120).

[1]) Die angegebenen Seitenzahlen beziehen sich auf das Werk: Hirschwald, „Die Prüfung der natürlichen Bausteine auf ihre Wetterbeständigkeit", W. Ernst & Sohn, Berlin, 1908.

Digitized by Google

*b) Art der Kornbindung (unmittelbare; durch Kontaktzement; durch Basalzement. [2])

*c) Bindungszahl und Bindungsmaß; Bestimmung mittels des Planimeter-Okulars (S. 259).
Kontinuitätsgrad der Flächenbindung (S. 259).

*d) Mineralogische Beschaffenheit des Kontakt-, bezw. Poren- und Basalzements (Tafel IIIb).

*e) Schichtungstypus und eventuelle Bindungsintervalle (S. 256, Tafel IVa u. b).

*f) Prozentgehalt an körnigem Quarz und Bindemittel; Best. durch die Mengenindikatrix des Quarzes (S. 141) und des Porositätskoeffizienten. (Eventuell zu ersetzen durch die chemische Analyse.)

3. Bestimmung der Porosität und der Wasseraufsaugungsfähigkeit:

*a) Absolute Porosität (Best. durch Feststellung des spezifischen Gewichtes des Gesteinspulvers und eines mit Paraffin umhüllten Probestücks (S. 149 u. f.).

*b) Relative Porosität (Wasseraufsaugung bei schnellem und langsamem Eintauchen, im Vakuum und bei einem Druck von 100 Atm., S. 152). Best. des Porositätscharakters nach S. 45.

*c) Berechnung des „Sättigungskoeffizienten" S (S. 10).

*d) Bestimmung des „Verteilungskoeffizienten" V bei deutlich geschichteten Sandsteinen (S. 157).

*4. Schlämmanalyse nur für Sandsteine mit Basalzement, mit differentem Kontaktzement bezw. reichlichem Porenzement (S. 200).

*5. Färbungsprobe (S. 269 u. 163). Bestimmung der Färbungstypen nach S. 165—169.

*6. Bestimmung der Kornbindungsfestigkeit durch Reduktion der Zugfestigkeit auf die Summe der Kornbindungsflächen nach der Formel S. 266 und den berechneten Werten (S. 326).

*7. Bestimmung der Erweichungsfähigkeit in Wasser. Zugfestigkeitsprüfung des trockenen und wassergelagerten Gesteins nach dreitägiger, 10- und 30tägiger Wasserlagerung (S. 266).

*8. Experimentelle Frostprüfung bei dreistündiger, drei- und 30tägiger Wasserlagerung der Proben (S. 273).

[2]) Die mit * bezeichneten Untersuchungen bilden die Grundlage für die Qualitätsbestimmung des Gesteins nach den Bewertungsschemata, S. 332—340.

Digitized by Google

*9. Chemische Untersuchung:
   a) Bestimmung des summarischen Bindemittelgehalts durch dreistündiges Erhitzen mit verd. H_2SO_4 (Verh. 1:1) unter hohem Druck (S. 106).
   b) Analyse des Bindemittels. Bestimmung von $CaCO_3$, $MgCO_3$, Al_2O_3, Fe_2O_3, FeO, S, C und amorpher SiO_2 (S. 300). Bestimmung des Auszuges mit kochendem Wasser (Alkalien, CO_2 und H_2SO_4. — S. 301).

*10. Qualitätsbestimmung des untersuchten Gesteins nach den Bewertungsschematen S. 332—340.

II. Prüfungsschema für Grauwacken.

1. Allgemeine mineralogische Untersuchung wie zu I:
   a) Farbe des Gesteins. Färbungsmittel.
   b) Größe und Gleichmäßigkeitsgrad der Körnung.
   c) Mineralogische Beschaffenheit der körnigen Bestandteile und Mengenverhältnis derselben (S. 411).
   d) Gehalt an Glimmer und eventuell dadurch bedingte strukturelle Ausbildung des Gesteins.
   e) Art der Kornbindung (S. 410).
   f) Mineralogische Beschaffenheit des Bindemittels; Härteprüfung desselben in trockenem und wassergesättigtem Zustande mittels der Stahlnadel (S. 115).
   g) Porositätsgrad und Porenausbildung.
   h) Art und Grad der Schichtung bezw. Schieferung.

2. Mikroskopische Untersuchung an Dünnschliffen:
   a) Durchmesser der körnigen Bestandteile und Anzahl derselben auf 1 cm^2; Bestimmung mittels des Planimeter-Okulars (S. 120).
   *b) Art der Kornbindung (unmittelbare, durch Kontaktzement, durch Basalzement S. 410).
   *c) Bindungszahl und Bindungsmaß; Bestimmung mittels des Planimeter-Okulars (S. 259); Reduktion auf die wetterbeständigen körnigen Bestandteile (S. 411/412).
   *d) Mineralogische Beschaffenheit des Kontakt- bezw. Poren- und Basalzements (S. 412).
   *e) Schichtungstypus und eventuelle Bindungsintervalle (S. 256, Tafel IVa und b).
   *f) Prozentgehalt an körnigen Bestandteilen; Bestimmung durch die Mengen-Indikatrix (S. 141) und den Porositätskoeffizienten.

Digitized by Google

*3. Bestimmung der Porosität und der Wasseraufsaugungsfähigkeit.
cf. Sandsteine Abs. 3.
*4. Färbungsprobe (S. 269).
Bestimmung der Färbungstypen nach S. 165—169.
*5. Bestimmung der Kornbindungsfestigkeit.
cf. Sandsteine Abs. 6 unter Berücksichtigung des Abs. 5 auf S. 412.
*6. Bestimmung der Erweichungsfähigkeit in Wasser.
cf. Sandsteine Abs. 7 (S. 266).
*7. Experimentelle Frostprüfung.
cf. Sandsteine Abs. 8 (S. 273).
*8. Chemische Untersuchung:
a) Bestimmung des Gehalts an $CaCO_3$, $MgCO_3$, Al_2O_3, Fe_2O_3, FeO, S, C, amorphe SiO_2 (S. 300).
b) Auszug mit kochendem Wasser (Alkalien, CO_2 und H_2SO_4. S. 301).
*9. Qualitätsbestimmung des untersuchten Gesteins.
Siehe Anleitung S. 420—422.

III. Prüfungsschema für Kalksteine.

1. Allgemeine mineralogische Untersuchung wie zu 1:
a) Farbe des Gesteins. Färbungsmittel.
b) Allgemeine petrographische Ausbildung (S. 439 und 442).
c) Größe und Gleichmäßigkeit der Körnung.
d) Härteprüfung.
e) Porositätsgrad und Porenausbildung.
f) Art und Grad der Schichtung bezw. Schieferung.
2. Mikroskopische Untersuchung an Dünnschliffen:
*a) Durchmesser der Kalkspatkörner und Anzahl auf 1 cm^2; Bestimmung mittels des Planimeter-Okulars (S. 120).
*b) Art der Kornbindung; unmittelbare, mittelbare (S. 440—442).
*c) Spezielle Verhältnisse der Kornverwachsung. Kontaktfläche, Bindungsgrad, Stetigkeit der Kornbindung (S. 446 und 447, Abs. 543).
*d) Strukturtypus (S. 442—446).
*e) Differente Einlagerungen (S. 447).
*f) Porositätscharakter (S. 447, Abs. 543, 6).
*g) Grad der Schichtung bezw. Schieferung (S. 448).

Digitized by Google

3. Bestimmung der Porosität und der Wasseraufsaugungsfähigkeit:
   a) Absolute Porosität, bestimmt durch Feststellung des spezifischen Gewichtes des Gesteinspulvers und eines mit Paraffin umhüllten Probestückes (S. 149 u. f.).
   *b) Relative Porosität; Wasseraufsaugung bei schnellem und langsamem Eintauchen, im Vakuum und bei einem Druck von 150 Atm. (S. 152). Bestimmung des Porositätscharakters nach S. 45.
   *c) Berechnung des „Sättigungskoeffizienten" S (S. 40).
   *d) Bestimmung des „Verteilungskoeffizienten" V, falls das Gestein deutlich geschichtet ist (S. 157).

*4. Färbungsprobe (S. 474 u. f.).
Bestimmung der Färbungstypen nach S. 165—169.

*5. Bestimmung der Kornbindungsfestigkeit durch Reduktion der Zugfestigkeit auf die Summe der Kornbindungsflächen (S. 473), bezw. auf das porenfreie Gestein.

*6. Bestimmung der Erweichungsfähigkeit in Wasser.
   1. Durch Prüfung der Zugfestigkeit an dem trockenen und wassergelagerten Gestein; nach 3-, 10- bezw. 30tägiger Wasserlagerung (S. 473, 226).
   2. Durch Härteprüfung an dem trockenen und wassergelagerten Gestein bei sehr dichtem Material (S. 196).

*7. Experimentelle Frostprüfung, bei 3stündiger, 3- und 30tägiger Wasserlagerung der Proben (S. 273).

*8. Chemische Untersuchung.
Bestimmung von: $CaCO_3$, $MgCO_3$, $FeCO_3$, Fe_2O_3, Ton, SiO_2, Organischen Substanzen, Eisenkies (S. 476).

9. Qualitätsbestimmung des untersuchten Gesteins nach den Bewertungsschematen S. 492—501.

IV. Prüfungsschema für Dachschiefer.

1. Allgemeine mineralogische Untersuchung wie zu I:
   a) Farbe des Schiefers. Färbungsmittel.
   b) Gehalt an Glimmer bezw. Chlorit; morphologische Ausbildung dieser Bestandteile.
   c) Schieferung (dick- oder dünnschiefrig; ebenflächig oder unduliert; transversale Schieferung).

Digitized by Google

d) Nebenbestandteile, insbesondere Magnetit, kohlige Substanz und Eisenkies.

2. Mikroskopische Untersuchung an Dünnschliffen:
   *a) Mikrostruktur der Glimmerlamellen (S. 537 und 540, Abs. 601).
   *b) Morphologische Ausbildung der Glimmerlagen (S. 537, 538 und 539, Abs. 598—600).
   *c) Stärke der Glimmerlagen (S. 540 Abs. 603).
   *d) Anzahl derselben auf 1 mm Querschnitt.
   *e) Wesentliche und akzessorische Bestandteile (Glimmer bezw. Chlorit, Quarz, Kalkspat, Magneteisen, kohlige Substanz, Eisenoxyd, Eisenkies) und allgemeine Angabe des Mengenverhältnisses.

3. Bestimmung der Porosität und der Wasseraufsaugungsfähigkeit:
   *a) Allgemeine Bestimmung cf. Sandstein Abs. 3.
   *b) Wasseraufsaugung von der Schichtungsfläche (S. 547—548).
   *c) Sättigungskoeffizient.
   *d) Verteilungskoeffizient.

*4. Bestimmung der Härte. (S. 547 u. 196).

*5. Feststellung der Erweichungsfähigkeit in Wasser durch Härteprüfung an der wassergelagerten Probe (S. 547) und Vergleichung mit der Härte an der trockenen Probe (Abs. 4).

*6. Erhitzungsprobe (S. 590).

*7 Experimentelle Frostprüfung.
cf. Sandsteine Abs. 8 (S. 273).

*8. Chemische Untersuchung:
   *a) Bestimmung des Gehalts an: (Ca, Mg) CO_3; der in HCl zersetzbaren Silikate; Fe_2O_3; FeO; FeS_2; Kohlenstoff in organischen Verbindungen.

*9. Qualitätsbestimmung des untersuchten Schiefers nach den Bewertungsschematen S. 562—567.

V. Prüfungsschema für granitische Gesteine.

1. Allgemeine mineralogische Untersuchung wie zu I:
   a) Farbe des Gesteins.
   b) Größe und Gleichmäßigkeitsgrad der Körnung.
   c) Wesentliche Gemengteile (Varietät, Farbe und Mengenverhältnis).

Digitized by Google

d) Akzessorische Gemengteile, insbes. Eisenkies.
e) Morphologische Ausbildung der einzelnen Gemengteile (S. 595, Abs. 664).
f) Verwitterungsgrad des Feldspats (Glanz, Trübung, Härte).
g) Gefüge (kompakt, kavernös, locker).

2. Mikroskopische Untersuchung an Dünnschliffen:
a) Größe und Mengenverhältnis der einzelnen Bestandteile (Ausmessung S. 120).
*b) Strukturform derselben (dispergent, symplektisch, syndetisch, basal (S. 595, Abs. 664—666 und Tafel XXXVI).
*c) Verwitterungsgrad der Feldspats (S. 598 u. f., Abs. 674—677 und Taf. XXXVII—XXXIX).
*d) Gefüge (kompakt, locker).

3. Bestimmung der Porosität und der Wasseraufsaugungsfähigkeit:
*a) Absolute Porosität durch Feststellung des spezifischen Gewichtes des Gesteinspulvers und eines mit Paraffin umhüllten Gesteinsstückes (S. 149 u. f.).
*b) Relative Porosität (Wasseraufsaugung unter gewöhnlichem Druck, im Vakuum und bei 150 Atm. Druck (S. 152).
*c) Berechnung des Sättigungskoeffizienten S (S. 157).

*4. Färbungsprobe (S. 163).

*5. Bestimmung der Zugfestigkeit des Gesteins in trockenem Zustande und, falls der Feldspat Verwitterungserscheinungen zeigt, auch nach 30tägiger Wasserlagerung (S. 171) zur Feststellung des Erweichungskoefficienten.

*6. Experimentelle Frostprüfung, jedoch nur bei Gesteinen mit lockerem Gefüge, nach 30tägiger Wasserlagerung.

*7. Chemische Untersuchung:
a) Eventuelle Bestimmung des Gehalts an Eisenkies.
b) Bei kataklastischer Struktur Prüfung auf $CaCO_3$.
c) Bestimmung des Auszuges mit kochendem Wasser, bei anscheinend nicht mehr ganz frischem Gestein (Alkalien, CO_2 und H_2SO_4).

8. Qualitätsbestimmung des untersuchten Gesteins nach den Bewertungsschemata S. 607—608.

VI. Prüfungsschema für Porphyre.

1. Allgemeine mineralogische Untersuchung wie zu 1:
a) Farbe des Gesteins.

Digitized by Google

b) Bestimmung der Porphyr-Varietät (nach Maßgabe der Einsprenglinge, Farbe und Beschaffenheit der Grundmasse, S. 622, Abs. 725—729).

c) Art und Menge der Einsprenglinge und deren morphologische Ausbildung.

d) Ausbildung der Grundmasse (amorph-mikrokristallinisch; Härte; Verwitterungsgrad).

e) Akzessorische Gemengteile, insbesondere Eisenkies.

2. Mikroskopische Untersuchung an Dünnschliffen:

I. Grundmasse:

*a) Mineralbestandteile und Mengenverhältnis derselben, insbesondere des etwaigenn Quarzes.

*b) Strukturausbildung (mikrokristallinisch; kryptokristallinisch, amorph, bezw. regellos oder fluidal).

*c) Gefüge (kompakt-locker).

*d) Verwitterungsgrad des Feldspates (S. 598 u. f., Abs. 674—677 und Taf. XXXVII—XXXIX).

*e) Silifizierungsgrad (Kieselsäureimprägnation) bei kryptokristallinischer und amorpher Beschaffenheit der Grundmasse.

*f) Glasige Substanzen (Mikrochemische Untersuchung derselben mit HCl, (S. 642, Abs. 778).

*g) Gehalt an Eisenkies.

II. Einsprenglinge:

*a) Mineralogische Bestimmung und Mengenverhältnis.

*b) Morphologische Ausbildung.

*c) Verwitterungsgrad.

*3. Bestimmung der Porosität, der Wasseraufsaugungsfähigkeit und des Sättigungskoeffizienten (S. 629, Abs. 743).

*4. Färbungsprobe.

*5. Bestimmung der Zugfestigkeit in trockenem Zustande und, falls angewittert, nach 30tägiger Wasserlagerung.

*6. Experimentelle Frostprüfung.

*7. Chemische Untersuchung (S. 629, Abs. 744).

} Siehe granitische Gesteine Abs. 3—7.

*8. Qualitätsbestimmung des untersuchten Gesteins nach den Bewertungsschematen S. 631 und 632.

Digitized by Google

VII. Prüfungsschema für Basalte.

1. Allgemeine mineralogische Untersuchung wie zu I:
   a) Farbe des Gesteins.
   b) Größe und Gleichmäßigkeitsgrad der Körnung.
   c) Bestimmung der Gemengteile und demnach der Basalt-Varietät, soweit dies mittels der Lupe zu ermöglichen ist (S. 638).
   d) Allgemeine Strukturausbildung.
   e) Verwitterungsgrad des Gesteins.
   f) Tektonische Ausbildung (S. 638, Abs. 767).
2. Mikroskopische Untersuchung an Dünnschliffen:
   *a) Bestandteile und Mikrostruktur der Grundmasse (S. 639, Abs. 768).
   *b) Ausbildung des Augits in der Grundmasse (S. 639, Abs. 769).
   *c) Gehalt an glasigen Bestandteilen und mikrochemisches Verhalten gegen HCl (S. 642, Abs. 778, 779).
   *d) Mengenverhältnis der Grundmasse zu den größeren Ausscheidungen (S. 639, Abs. 770).
   *e) Verwitterungsgrad des Feldspates in der Grundmasse und als Einsprenglinge (S. 598 u. f. Abs. 674—677 u. Taf. XXXVII bis XXXIX).
   *f) Mengenverhältnis und Verwitterungsgrad des Olivins.
   *g) Gehalt an Eisenkies.

*3. Bestimmung der Porosität, der Wasseraufsaugungsfähigkeit und des Sättigungskoefficienten (S. 629, Abs. 743).
*4. Bestimmung der Zugfestigkeit in trockenem Zustande und, falls angewittert, nach 30tägiger Wasserlagerung.
*5. Experimentelle Frostprüfung.
*6. Chemische Untersuchung (S. 642, Abs. 778 und 779).

} Siehe granitische Gesteine Abs. 3—7.

*7. Verhalten beim Erhitzen (S. 644, Abs. 785).
*8. Qualitätsbestimmung des untersuchten Gesteins nach den Bewertungsschematen S. 647—649, Abs. 794—797.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XII3

ZUR THEORIE DER FROSTWIRKUNG AUF NATÜRLICHE BAUSTEINE.

Von Prof. Dr. **H. Seipp**, Kattowitz, Ob.-Schlesien.

(Auszug aus dem Originalbericht.[1])

Anhang zum Bericht der Kommission 7.

Prof. Dr. Seipp wiederholt seine schon früher ausgesprochene Forderung, daß bei dem Frostversuche die Druckfestigkeitsprüfung künftig durch die Zugfestigkeits- und Scherfestigkeitsprüfung vor und nach dem Frostversuche ersetzt werde, und weist auf die verschiedenen Einflüsse hin, welche für Art und Grad der Frostwirkung bestimmend sind, wie Porengröße, Porenform, Porenverteilung, Wasseraufsauge- und Erweichungsfähigkeit der Steine.

Unerläßliche Bedingung für das Zustandekommen der Frostwirkung ist es, daß Bildung und Wachstum der Eiskeime nicht ungehindert vor sich gehen können. Demgemäß sind Steine frostsicher, wenn 1. die Hohlräume durch gleich weite oder nur wenig von einander abweichende, gerade oder allenfalls stetig und flachgekrümmte, nach außen führende Verbindungsgänge zusammenhängen, 2. wenn die Porengröße durchgängig so gering ist, daß Eisbildung nicht erfolgen kann, 3. wenn die Porenweite übergroß ist, so daß eine zur Bildung des Eisdruckes ausreichende Wasserfüllung ausgeschlossen erscheint und 4. wenn hohe Materialfestigkeit selbst eine gewisse Gewähr gegen die Wirkung des Eisdruckes bietet.

---

[1]) Der Originalbericht ist als Ergänzungsheft zu den Kongreßveröffentlichungen erschienen.

Digitized by Google

Noch mannigfaltiger sind die Möglichkeiten der Frostgefahr. Prof. Dr. Seipp zeigt, welchen Einfluß die gegenseitige Lage und die Abstände der Gesteinshohlräume auf die auftretenden Beanspruchungen (Druck-, Zug-, Biegungs- und Scherspannungen) nehmen, und erläutert mit Hülfe schematischer Figuren die charakteristischen Vorgänge und die Formen möglicher Frostschäden, wie Oberflächen-Abbröckelung, die Erscheinung des Abkantens und Abeckens, die Bildung von Rissen, Spalten und Klüften, das „Abblättern" etc. etc., durch deren gleichzeitiges Auftreten die mannigfachsten Zerstörungsbilder an Steinen zustande kommen.

In dem hierauf folgenden Abschnitt berichtet Prof. Dr. Seipp über den Einfluß des Grades der Porenfüllung und der Steinkontraktion auf den Eisdruck. Da der räumliche Ausdehnungskoeffizient der Bausteine mindestens $3^1/_3$ mal so klein ist, als jener des Eises ($\alpha_E = 15 \cdot 10^{-5}$) so wird, sobald einmal Eisbildung eingetreten ist, der Porenwanddruck bei weiterer Abkühlung wieder etwas abnehmen. Allerdings kann, wie Prof. Dr. Seipp rechnerisch nachweist, die Abnahme im Vergleich zur ursprünglichen Größe des Eisdruckes nur eine geringfügige sein.

Wird angenommen, daß bei gewöhnlicher Temperatur (+ 15° C.) vom Raume einer Steinpore v ein Teil v' mit Wasser erfüllt sei, so gilt als Bedingung für den Fall der Frostsicherheit $v' < 0{\cdot}91058 \cdot v$, für den Fall der Frostgefahr $v' > 0{\cdot}91058 \cdot v$. Der Grad der Porenfüllung, dessen Rolle durch die vorstehende Formeln gekennzeichnet ist, kann versuchsmäßig als das Verhältnis $\frac{p_w}{p_v} = \frac{\text{Wasseraufsaugevermögen}}{\text{Porosität}}$ festgestellt werden. Prof. Dr. Seipp zeigt die Bestimmungsart dieser beiden letztgenannten Größen und bringt diese in Verbindung mit dem Einfluß, den die Erweichung der Steine während ihrer Durchfeuchtung besitzt. Aus den Anfangs-Trocken-, Zug-, Scher-, Biegungs- und Druckfestigkeiten (β'), den Erweichungs-Zug-, Scher-, Biegungs- und Druckfestigkeiten (β'') sowie schließlich den Frost-Zug-, Scher-, Biegung- und Druckfestigkeiten (β''') bildet der Autor den Erweichungs-Koeffizienten $\binom{\beta''}{\beta'}$, den Frostschwächungskoeffizienten $\binom{\beta'''}{\beta''}$ u. den Erweichungs-Frostbeständigkeits-Koeffizienten $\binom{\beta'''}{\beta'}$ als Maßstab der Widerstandsfähigkeit der Steine gegen die Frostwirkung.

Digitized by Google

Prof. Dr. Seipp tritt dafür ein, daß die Festigkeitsbestimmungen nach vorherigem Auftauen (bei 25maligem Wechsel von Ausfrieren und Auftauen) erfolge, da die wohl erst nach dem Tauen sichtbar werdenden Schäden schon vor der Frostperiode erzeugt worden sind, wenn auch in einzelnen Fällen die Möglichkeit einer Beschädigung beim Steigen der Temperatur durch den großen Wärmeausdehnungskoeffizienten des Eises möglich erscheint.

Schließlich erörtert Prof. Dr. Seipp noch die Frage der Ermittlung der Festigkeitszahlen für das porenfreie Material, die man die „wirklichen Festigkeiten" nennen könnte. Die derzeitigen Festigkeitsprüfungen geben nur die Zahlen für die Widerstände des Materiales mit seinen Hohlräumen, die man als „scheinbare Festigkeit" bezeichnen könnte. Die Erhebung dieser scheinbaren Festigkeit ist nur hinsichtlich der Zugbeanspruchung der Steine bei der Frostwirkung eine vollständig korrekte. Dasselbe gilt nahezu von der Ermittlung der Scherfestigkeit. Eine Unstimmigkeit zwischen Wirklichkeit und Versuch tritt dagegen dort auf, wo es sich um Biegungsbeanspruchungen handelt. Indem Dr. Seipp auf diesen Umstand hinweist, gibt er neuerlich den Anstoß, bei Frostversuchen zur Prüfung auf Zug- und Scherfestigkeit überzugehen, indem er zugleich eigene neue Untersuchungen zur Feststellung von Grenzwerten der durch die Frostwirkung tatsächlich erzeugten Materialspannungen und die Verbesserung seines Apparates für die „abgekürzte Agentienprobe" in Aussicht stellt.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vᴱ CONGRÈS INTERNATIONAL POUR L'ESSAI DES MATÉRIAUX, COPENHAGUE 1909.
V. INTERNATIONALER MATERIALPRÜFUNGS-KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.
Vᵀᴴ INTERNATIONAL CONGRESS FOR TESTING MATERIALS, COPENHAGEN 1909.

XII 3

Supplément. — Ergänzungsheft. — Supplement.

ZUR THEORIE DER FROSTWIRKUNG AUF NATÜRLICHE BAUSTEINE.

Von Prof. **Dr. H. Seipp** zu Kattowitz, Ober-Schlesien.

Bereits in meinem, 1905 erschienenen Buche: „Die abgekürzte Wetterbeständigkeitsprobe der natürlichen Bausteine etc." hatte ich gefordert, daß bei dem Frostversuche die Druckfestigkeitsprüfung künftig durch die Zugfestigkeits- und Scherfestigkeitsprüfung vor und nach dem Frostversuche ersetzt oder ergänzt werde. Diese Forderung einmal scharf auszusprechen, schien mir damals an der Zeit, da bis dahin m. W. von den Prüfungsstationen und Einzelforschern beim Frostversuche fast nur die Druckfestigkeitsprüfung vorgenommen worden war. Jene Forderung ergab sich aber einfach auf Grund der Erkenntnis, daß es sich bei der Frostwirkung auf Bausteine neben der Druckbeanspruchung des vermauerten, als Ganzes von außen her belasteten Steines wesentlich um Zug- und Scherbeanspruchung (natürlich auch um die entsprechende zusammengesetzte Festigkeit) der Steinmasse handle, entstammend eben der im Steininnern tätigen Eisbildung, und daß, soweit Druckbeanspruchung dabei mit in Betracht kommt, dennoch die Zug- und Scherfestigkeit des Materials, als die, zufolge seiner Eigenart, unter allen Umständen kleinere Festigkeitsgröße ausschlaggebend sein wird. Die aus der Belastung der Steine durch das darauf ruhende Mauerwerk erwachsenden Druckspannungen

Digitized by Google

brauchen, ihrer Kleinheit wegen, wohl kaum jemals als die Frostspannungen beeinflussend in Betracht gezogen zu werden. Bei Steinen freiendigender Bauteile, die oft gerade besonders frostgefährdet sind, kommen die Druckspannungen zum Teil vollends ganz in Fortfall. Als zulässige Druckbeanspruchung k_d von Mauersteinen sollte man sonst eigentlich $^1/_{10}$ der Steinerweichungsfestigkeit (β''_d, s. unten) in Rechnung ziehen. Übrigens scheint die Rolle, die die Zugfestigkeit bei der Frostwirkung auf Bausteine spielt, schon 1894 von Antoine Braun im großen ganzen erkannt, wenn auch noch nicht im einzelnen ergründet worden zu sein. Andeutungen im letzteren Sinne enthielt mein Züricher Kongreßreferat 1895. In weiterer Ausführung der damaligen Erörterungen seien folgend einige weitere Beiträge zur Theorie der Frostwirkung nebst Erklärungsversuchen der bekannteren Frostschäden mitgeteilt. Wie an den a. O. auch schon mehrfach betont, hängen Art und Grad der Frostwirkung nicht nur vom Gesamtporenraum eines Steines, sondern wesentlich auch von Porengröße, Porenform und Porenverteilung ab. Bekannt ist ferner, welche Rolle dabei außerdem die Wasseraufsaugefähigkeit und die Erweichungsfähigkeit der Steine spielen. Die Wasseraufsaugekraft ist natürlich selbst wieder abhängig von den zuvor genannten Faktoren. Begriff und Bedeutung des sogenannten „Erweichungskoeffizienten“ (s. weiter unten) sind bekanntlich zuerst von v. Tetmajer aufgestellt und erörtert worden. Weitere dahin gehörige Untersuchungen finden sich in dem eingangs erwähnten Buche.

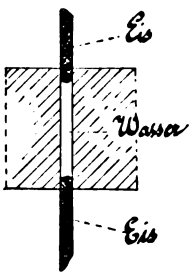


Abb. 1.

Unerläßliche Bedingung für das Zustandekommen der Frostwirkung ist es selbstverständlich, daß Bildung und Wachstum der Eiskeime nicht ungehindert vor sich gehen können, sondern daß sie an den Porenwänden einen, eben den Eisdruck herausfordernden Widerstand finden. Erwähnt möge hierzu noch sein, daß meines Erachtens auch die Möglichkeit eines Zersprengens der Steinporenwände durch Wasser nicht ausgeschlossen erscheint, das, durch wachsende Eisbildung allseitig zusammengepreßt, den Eisdruck einfach auf die Umwandung überträgt. Ein Analogon hierzu im großen ist manchem Bauklempner bekannt in der Tat-

Digitized by Google

sache, daß Wasserleitungsrohre beim Durchgang durch Wohnhausdecken, die als Wärmeschutzmittel wirken und die Eisbildung verhindern, im Deckeninnern besonders gern zerfrieren (s. Abb. 1).

Frostsicherheit.

Denkt man sich

1. die Hohlräume eines Steines durch gleich weite oder nur wenig von einander abweichende, gerade oder allenfalls stetig- und flachgekrümmte, nach außen führende Verbindungsgänge zusammenhängend, also das Porensystem ähnlich einem Röhrenwerk von überall ziemlich gleicher Weite, so erkennt man, daß ein solcher Stein frostsicher sein müßte. Denn die Eisbildung würde in den Röhren, die ihr in deren Längsausdehnung hinreichend Spielraum gewähren, ungehindert vor sich gehen können, ohne Erzeugung eines nennenswerten Porenwanddruckes. Dieser kann naturgemäß erst dann zustande kommen, wenn durch erhebliche plötzliche Verengung des Hohlraums gleichsam eine Eisstauung erfolgt, wenn die Eismasse im Hohlraum an ihrem Werden und Wachsen gewaltsam gehindert wird. Dieser Fall mag vielleicht auch vorliegen bei plötzlicher und schroffer Formänderung des Hohlraums (Knickung). Er wird aber jedesmal, und zwar noch ausgesprochener, sicherlich dann vorliegen, wenn die eigentlichen, an sich geräumigen Steinporen durch feinere, haarröhrchenartige Verbindungsöffnungen untereinander zusammenhängen, durch die sie auch bei der Wassertränkung gespeist werden und die selbst wieder durch Aneinanderreihung von Hohlräumen niederer Ordnung, durch Gesteinsrisse etc. gebildet werden können. Frostgefahr brauchte aber auch dann noch nicht einmal notwendig vorhanden zu sein. Es kommt noch auf die weiteren Bedingungen an. Aber die erste Bedingung dafür ist jetzt gegeben: die Möglichkeit des Zustandekommens von Eisdruck. Das Zustandekommen des erwähnten Eisstaues wird man sich wohl an einen Mindestwert des Verhältnisses $\frac{f}{F}$ der schroff wechselnden Querschnittsgrößen f und F gebunden denken dürfen.

2. würde die Frostsicherheit eines Bausteines bedingt werden müssen durch eine durchgängig so außerordentlich geringe Porengröße, daß, während Unterkühlung stattfindet, die Eisbildung überhaupt nicht erfolgen kann.

Digitized by Google

3. endlich müßte Frostsicherheit vorhanden sein, wenn, bei gegenteils übergroßer Porenweite, bei dem Vorgang der natürlichen oder freiwilligen Wasseraufsaugung eine zum Zustandekommen des Eisdruckes ausreichende Wasserfüllung der Poren durchwegs ausgeschlossen wäre. Es gibt also ebensowohl eine untere als auch eine obere, vorläufig noch nicht angebbare Grenze der Porengröße für das Zustandekommen der Frostwirkung. Allerdings sind die Fälle 2 und 3 mehr idealer Art, können aber recht wohl, ebenso wie dies auch sogar noch in bezug auf Fall 1 zutrifft, teilweise vorliegen und dann in mannigfacher Verbindung unter sich und mit sonstigen tatsächlichen Befunden ihren, der Steinerhaltung günstigen Einfluß ausüben. Namentlich ist wohlbekannt und wichtig, daß sehr unvollkommene Wasseraufsaugung, auch bei sonst ungünstiger Materialbeschaffenheit, die Frostsicherheit eines Steines bedingt, während bei voller Porenfüllung im Frostversuch (unter erhöhtem Drucke) die Zerstörung meistens eintritt.

4. Endlich wird auch hohe Materialfestigkeit — innerhalb gewisser Grenzen — eine entsprechende Gewähr gegen Frostschäden bieten. Die untere Grenze ist annähernd durch den Quotienten λ' (s. Seite 12) gegeben, der das mit der Frostbeständigkeit eines Steines noch verträgliche Durchschnittsmaß der Porenfüllung gibt Ist letztere geringer, so kommt für die eben schon hierdurch bedingte Frostbeständigkeit die Materialfestigkeit des Steines natürlich gar nicht erst in Frage. Überschreitet das Maß der Porenfüllung jenen Grenzwert, so wird das Verhalten der Steine im Frostversuche (Größen der Gewichtsverluste, Arten und Grade der Frostschäden etc.) den erhaltenden Einfluß der Materialfestigkeit im Frost erkennen lassen. Umgekehrt kann aber auch eine gewisse Nachgiebigkeit des Materials in Hinsicht der Frostbeständigkeit günstig wirken, insofern, als sie dauernde, innere Formänderungen ermöglicht und damit eigentliche Zerstörungserscheinungen ausschließt, die durch Sprödigkeit des Materials im Gegenteil begünstigt werden Dieser Umstand spielt z. B. jedenfalls eine Rolle bei der im Rheinland allgemein bekannten Frostbeständigkeit gewisser dortiger Tuffsteine, die andernteils auf deren Großporigkeit und unvollkommene Porenfüllung bei der Wasseraufsaugung zurückzuführen ist.

Betrachten wir nun, nach Ausscheidung dieser Frostsicherheit verheißenden Fälle, die nächstliegenden

Digitized by Google

etwas näher! Es dürften nunmehr, stets unter Voraussetzung vorhandenen Eisdruckes auf die Porenwandungen, folgende Hauptfälle zu unterscheiden sein. Als Ausgangspunkt diene

1. die natürlich völlig ideale Annahme, daß die Gesteinshohlräume kongruente Hohlkugeln von genau gleichwertigem Verhalten im Frost und daß sie durchaus gleichmäßig, aber in großen Abständen über die Gesteinsmasse verteilt wären. Dann würde, im Gesteinsinnern, das statische Gleichgewicht in der Hauptsache nicht gestört und es würde einfach nur die die Poren trennende Zwischenmaße auf Druck beansprucht werden. (Man denke sich die gleichmäßig verteilt auf die Porenwände nach allen Richtungen hin wirkenden kleinen Eisdruckkräftchen zu Teilmittelkräften vereinigt usw.) Wegen der großen Druckfestigkeitswerte β_d der natürlichen Bausteine würden hier innere Schäden nicht zu gewärtigen sein.

2. Die Gesteinsporen verhalten sich ungleichwertig im Frost. Sie sind also zunächst ungleich an Gestalt und Größe (ganz unregelmäßig gestaltet), jedoch gleichfalls noch in großen Zwischenräumen, sonst aber hier beliebig verteilt gedacht. Teils hiedurch, teils vermöge ihrer ungleichen Wasserfüllung ist also ihr Wirkungswert jetzt ein wesentlich anderer. Auch jetzt wird zwar noch vorwiegend Druckbeanspruchung der Zwischenmasse stattfinden; es treten aber nunmehr ungleiche Eisdrücke: „Eisüberdrücke" auf, und es wird daher jetzt schon auch noch mit Zug- und Scherbeanspruchung der Porenzwischenmasse jedenfalls zu rechnen sein, überall da nämlich, wo sie unter der Einwirkung zweier ungleicher gegensinniger Kräfte in derselben Wirkungslinie steht. Die Druckbeanspruchung nämlich erfolgt jeweils mit dem kleineren der jetzt auftretenden ungleichen Eisdrücke. Der Überschuß $E' - E$ des größeren Eisdruckes E' über den kleineren E kann von der Zwischenmasse seitlich der Ausgangspore für E', hier auf Zug beanspruchend, aufgenommen und rückwärts fortgepflanzt werden. Andernfalls müßte er das Zwischenmaterial auch noch scherend beanspruchen. Wie man sieht, ist die Gesamtbeanspruchung schon hier eine ungemein verwickelte. Der Stein ist hier im folgenden festgehalten gedacht, zunächst jedoch so, daß — wie im Frostversuch, bei freien Endigungen, Bekrönungen, Fialen, Krabben, Fenstermaßwerk, Abdeckplatten usw. usw. — ringsum oder doch auf den meisten oder mehreren Seiten eine

Digitized by Google

Behinderung der Frostwirkung und ihrer Folgen nicht stattfindet. Beim Stein im gewöhnlichen Mauerverband ist dies am wenigsten, unter Umständen gar nicht mehr, der Fall.

3. Die Verhältnisse sind dieselben wie unter 2, nur werden jetzt die Gesteinsporen einander so nahe vorausgesetzt, daß mehr oder weniger dünne Porenzwischenwände entstehen, an denen uunmehr die Überschüsse E' — E der Eisdrücke als biegende bezw. scherende Kräfte wirken. Die Zwischenwände verhalten sich ähnlich, wie sich unregelmäßig begrenzte, ringsum eingespannte, nach den Einspannungsstellen hin sich verdickende, zum Teile etwas gewölbte Platten verhalten würden. Der wirkende Eisdruck ist angesichts der Kleinheit der Stützweiten — wir sind in eine mikrokosmische Welt hinabgestiegen, die wir nicht anders als nach den mechanischen Gesetzen der makrokosmischen beurteilen können — als Einzelkraft gedacht. Der geringen Öffnungsweite wegen werden in der Regel wohl nur die auftretenden Scherspannungen in Betracht kommen, Biegungs-, Zug- und Druckspannungen wohl nur bei besonders großen Porenweiten. Eine gesteigerte Wirkung wird im letzteren Falle noch dort eintreten, wo nur einerseits der Zwischenwand Wasserfüllung der Pore stattgefunden hatte, der jenseitige Hohlraum aber nur so unvollständig sich füllen konnte, daß hier die Eisdruckbildung unterbleiben mußte. Ein besonderer Einfluß dürfte im vorliegenden Falle 3 auch noch der Form der Poren beizumessen sein, namentlich bei ungewöhnlicher Weite und geringer Wandstärke der Poren. Formänderungen der Porenwände werden durch plötzliche Krümmungen und starke Unstetigkeiten der Urgestalt unter Umständen begünstigt werden. Auf Grund von 2 und 3 lassen sich nun folgende

Charakteristische Vorgänge und Formen möglicher Frostschäden ableiten.

I) Angenommen, es sei zufolge der zuletzt (unter 3) betrachteten Beanspruchungsweise an irgend einer Stelle a zunächst der Steinaußenfläche infolge des Eisüberdruckes E_1, siehe Abb. 2 (auch Abb. 3), der Durchbruch oder das Nachgeben einer Porenwand erfolgt. Sofort wird dann infolge Nachlassens des Eisdruckes in der Pore I, von der Nachbarpore II her, ein Eisüberdruck E_2 ausgelöst werden. Gelingt es demselben, die Zwischenwand I/II

Digitized by Google

zu sprengen oder stark zu deformieren, so tritt jetzt ebenso ein Überdruck E_3, von der nächsten Pore III her wirkend, auf usw. Die Zerstörung oder das Nachgeben der Wand b wird weiterhin in gleicher Weise den Eisüberdruck E_4 auslösen usw. usw. Selbstverständlich werden ähnliche Kräfteauslösungen nach den entlasteten Poren hin von weiteren, Überdruck entwickelnden Nachbarporen erfolgen, die räumlich um erstere herum, nach oben, unten, vorn und hinten, sich gruppieren. Es kann so ein ganzes, nach allen Seiten hin räumlich vielverzweigtes Netzwerk von aufgesprengten Verbindungsgängen zwischen den Poren zustandekommen. Die Verhältnisse sind hier so unregelmäßig verwickelt, daß sie sich einer klaren zeichnerischen Darstellung fast entziehen würden. Da die Hohlräume stillschweigend schon sehr nahe und eng stehend vorausgesetzt worden waren, so kann ein weitgehendes Ab- und Ausbröckeln der nur noch lose haftenden Zwischenmasse beim Auftauen des Steines leicht erfolgen.

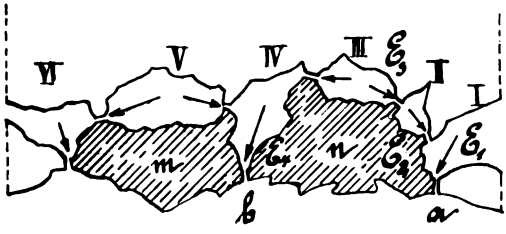


Abb. 2.

1. Findet das Abbröckeln vorzugsweise an einer Außenfläche des Steins, über diese hin sich erstreckend, statt, so wird durch Abgang aller der benachbarten Steinstückchen, wie m und n in Abb. 2, zunächst eine erste dünne Oberflächenschicht sich ablösen, der eine zweite, dritte usw. folgen kann. Das Ergebnis ist augenscheinlich eben eine der „Abblätterung“ (vgl. II, 1) nicht ganz unähnliche „Oberflächen-Abbröckelung“.

2. Vollzieht sich der angedeutete Vorgang in der Gegend von Kanten und Ecken, wo die Wirkungen von 2 bezw. 3 Seiten her einander in die Hände arbeiten und sich verstärken, so liegt die Erscheinung des „Abkantens“ und Abeckens“ vor, die sich je nach der Natur des Steines auch als das bekannte Absanden äußern und bis zur völligen Abrundung der Kanten und Ecken führen kann.

3. Es könnte weiter vorkommen, daß der erwähnte Vorgang des Ausbröckelns, natürlich begünstigt durch besondere örtliche Beschaffenheit des Steins, unter Beschränkung auf einen kleinen

Digitized by Google

Außenflächenteil, bei sonst unversehrter Außenfläche, tiefer in das Gesteinsinnere sich erstreckt. (Abb. 3.) In solchen Fällen wird er zur Bildung von „Rissen, Spalten und Klüften", namentlich aber auch zur „Erweiterung bereits bestehender Frostrisse (oder von Anfang an vorhandener Gesteinshaarrisse)" führen können.

II. Kommt es zu den erwähnten Abbröckelungen nicht und widerstehen die Porenwände, z. B. m, n, . . . in Abb. 4 den Eisdrücken E_1, E_2, E_3, ... der Außenporen I, II, III, . . ., so sind zwei Fälle zu unterscheiden:

1. können und werden dann doch häufig jene Kräfte, u. U. sogar noch vermehrt durch einzelne Eisüberdrücke E_4, E_5, . . . dahinter und im Innern liegender Poren, eine gleichzeitige und gemeinsame Zerstörung der Zwischenmasse, unter Zug-

a

Abb. 3.

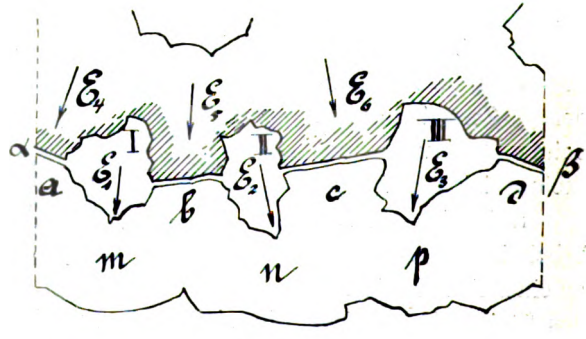


Abb. 4.

beanspruchung längs einer Trennungsfläche α β herbeiführen. Das Ergebnis ist also eine ausgesprochen schichtenmäßige Ablösung, die sich, nachdem sie einmal stattgefunden hat, bis zu einer gewissen Tiefe wiederholen wird. Man hat es mit dem „Abblättern" κατ' ἐξοχήν zu tun. Besonders begünstigt wird es werden durch stark schichtige, schiefrige Textur eines Bausteines, die eben durch geringere Kohärenz ⊥ zur Schichtung sich auszeichnet. Bekannte Beispiele: In dünnen Parallelschichten abblätternde Sandsteinsohlbänke (an deren Zerstörung jedoch natürlich auch die Agentienwirkung ihren Anteil haben kann und wird), ferner Bruchsteine aus Glimmerschiefer, Phyllit, Tonschiefer etc. (namentlich ⊥ zum Lager verlegte), denen man manchmal ganze Lagen, wie Bücher dem Gestelle, entziehen kann usw. Auch die

Digitized by Google

unter I, 2 erwähnten Erscheinungen können durch den in Rede stehenden Vorgang herbeigeführt werden. Mehr oder weniger ebene Orientierung der Poren kann die unter I, 2 und 3, sowie unter II erwähnten Erscheinungen begünstigen.

2. Kommt es auch nicht zu den unter 1 geschilderten Abblätterungen, sind also die Eisdrücke E_1, E_2, E_3, . . . (Abb. 4) an der Steinaußenfläche wirkungslos geblieben, so werden sie sich, ebenso wie die voraus zu setzenden inneren Eisüberdrücke (vgl. 2, Seite 5 und 6), als Zugkräftchen rückwärts nach dem Steininnern hin fortpflanzen bis zu einem Querschnitt, an dem die vereinte Kräftewirkung erfolgreicher sich äußern kann. Es werden nämlich sowohl die nach der einen Außenfläche hin strebenden Kräftchen als auch die entgegengesetzt wirkenden sich zu beiden Seiten jenes (theoretisch etwa in Steinmitte anzunehmenden) Querschnittes summieren, derart, daß mit abnehmender Entfernung vom Querschnitt die Zahl der superponierten Kräftchen wächst, so daß also ein Größtmaß der Gesamtwirkung für das Material beim Querschnitt sich ergibt. Dieser wird daher jener erhöhten Zugbeanspruchung leichter nachgeben können als das Material beim Querschnitt $\alpha\,\beta$ (und dem entsprechenden auf der gegenüberliegenden Außenfläche). Das Ergebnis wäre die beim Frostversuch oft zu beobachtende eigentliche „Rissebildung" quer durch den Stein. (Vgl. 1 1 1 1, Abb. 5). In ähnlicher Weise würde sich auch das Zustandekommen von 4, ja von 8 Teilkörpern, wobei dann noch als Trennungsflächen 2 2 2 2 und 3 3 3 3 in der Abbildung in Betracht kämen, erklären. Teilweise sind diese Erscheinungen auch — versteht sich mit den durch die gänzliche Unregelmäßigkeit des Porensystems der Steine bedingten Abänderungen — beim Frostversuch schon beobachtet worden. Die Wirkungslinie der beiden sich ergebenden gegensinnigen resultierenden Zugkräfte Z und Z', die theoretisch in einer Symmetrieachse des Probewürfels angenommen war, wird im allgemeinen natürlich irgend eine andere Lage besitzen. Entsprechend wird auch die Lage der Rißfläche von 1 1 1 1 abweichen. Auch die Größe der Zugkräfte wird im allgemeinen ungleich sein. Es sei z. B. $Z' > Z$, Abb. 6. Dann treten in dem gegen Fortbewegung, nicht aber gegen Formänderungen ge-

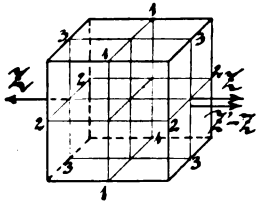


Abb. 5.

Digitized by Google

sicherten Würfel noch außerdem Scherkräfte auf, hervorgerufen durch den Kräfteüberschuß $Z' - Z$. Die Zugbeanspruchung aber erfolgt mit Z. Im allgemeinen werden natürlich bei weitem nicht alle inneren Eisüberdrücke gleichsinnig mit E_1, E_2, E_3, . . . wirken. Dann tritt eine entsprechende Abschwächung der letzteren Kräftchen und der übrigen gleichsinnigen inneren Eisüberdrücke, also auch von Z, ein. Dieses Verhältnis könnte sich — theoretisch — — bis zur völligen Umkehrung des Wirkungssinnes von Z steigern. Dann aber würde als Zugkraft Z (für die linksseitige Außenschicht in Abb. 5) nur noch $E_1 + E_2 + E_3 + \ .\ \ .$ in Frage kommen.

III. Sind in einem Baustein von Haus aus oder etwa infolge der Bearbeitung, der Wirkung von Sprengmitteln usw. Haarrisse oder feine Spalten vorhanden, so werden jene Stellen ungünstig beeinflußt werden durch die durch die Kälte bedingte Zusammenziehung oder Kontraktion der Gesteinsmasse, die im übrigen wohl, soweit nicht die Erweichung entgegenwirkt, deren Kohärenz etwas erhöhen mag.[1]) Denn die Kontraktion wird die Risschen und Spalten noch etwas erweitern und es kann, zumal nach nunmehr womöglich vermehrter Wasseraufnahme, die Frostgefahr vergrößert erscheinen usw. In ähnlicher Weise wird, auch ohne die eingangs III gemachte Voraussetzung, von einem gewissen Punkte an die Zusammenziehung die Frostwirkung unterstützen, sobald es nämlich erst einmal wirklich zur Rissebildung oder zu sonstigen Schäden in ihren ersten Anfängen gekommen ist. Denn die hiedurch gleichsam vorgebildeten Teilkörper werden sich von da ab jeder für sich zusammenziehen.

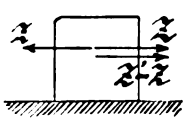


Abb. 6.

IV. Eine eigentliche Verstärkung des früher erwähnten Eisstaues kann die Steinzusammenziehung im Frost wohl nicht im Gefolge haben, da das Verhältnis $\frac{f}{F}$ der verschiedenen Hohlraumquerschnitte annähernd das gleiche geblieben sein wird. Wohl aber können unter Voraussetzung durch die Steinkontraktion noch ein wenig verstärkten Eisdruckes bei Außenporen Frostschäden

[1]) Ein Beispiel bedeutender Kohärenzerhöhung eines Stoffes durch starke Temperaturabnahme bietet das Eisen, dessen Zugfestigkeit, wie Dewar 1895 nachgewiesen hat, bei — 280° C. mehr als das Doppelte seiner Zugfestigkeit bei + 15° C. beträgt.

Digitized by Google

kleineren Umfanges in Form abgelöster kleiner Gesteinsteilchen, wie sie Ad. Blümcke beobachtete[1]), entstehen, trotzdem daß der am Porenmund anfangs gebildete Eispfropfen hinausgetrieben, also die Pore vom Eisdruck entlastet wird. Es kann nämlich leicht ein Mitreißen kleiner Teilchen des hier besonders gefährdeten Materials um die Porenöffnung herum infolge Absprengung, unter Scherbeanspruchung erfolgen. (Abb. 7.) Es liegen in dieser Hinsicht nicht nur Versuchsbeobachtungen vor (Blümcke), sondern man kann auch nach scharfem Frost und nach sogenanntem Rauhfrost häufig am Fuß von Mauern, am häufigsten allerdings wohl von Ziegelmauern, die abgesprengten kleinen Steinstückchen als Steinpulver auf dem Boden liegend finden.

V. Durch gleichzeitiges Auftreten und durch Zusammenwirken der unter I—IV besprochenen Frostschäden können die mannigfachsten Zerstörungsbilder an den Steinen zustande kommen, wie sie bekanntlich die Probewürfel nach dem Frostversuch — in gesteigertem Maße — zeigen (vgl. hiezu auch A. Hanisch, Frostversuche mit Bausteinen der österr.-ungar. Monarchie (S 6 u. 7).

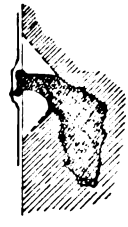


Abb. 7

Einfluß des Grades der Porenfüllung und der Steinkontraktion auf den Eisdruck. Wasseraufsaugevermögen und Erweichungsvermögen der Steine. Maß derselben und der Frostwirkung.

Auch auf die unversehrte Steinmasse wird deren Zusammenziehung infolge Abkühlung in einem Sinne ungünstig wirken, nämlich durch Mehrbelastung der Porenwände, indem jene die Gesteinshohlräume während und nach der Eisbildung zu verengern strebt, wenn diese Wirkung auch nur geringfügig sein kann. Denn nach einem bekannten Satz aus der Wärmelehre erleiden die Hohlräume bei Temperatur-Zu- und Abnahmen dieselben Volumveränderungen, wie wenn sie mit Masse des sie einschließenden festen Körpers erfüllt wären. Freilich zieht sich infolge Erkältung auch das Poreneis zusammen, und zwar in erheblich stärkerem Maße als die Steinmasse selbst. Es ist nämlich der räumliche Ausdehnungskoeffizient für Eis: $\alpha_E = 15 \cdot 10^{-5}$, der für Baustein im Durchschnitt nur etwa höchstens (Kalkstein)

[1]) Centralblatt der Bauverwaltung, 1885, Seite 379—381; 1888, Seite 491; 1891, Seite 359—361.

Digitized by Google

$\alpha_B = 4{\cdot}5 \cdot 10^{-5}$, also mindestens etwa $3^1/_8$ mal so klein. Hiernach ist klar, daß, nachdem einmal die Eisbildung eingetreten ist, der Porenwanddruck bei weiterer Abkühlung doch wieder etwas abnehmen wird. Diese Abnahme kann aber nur eine geringfügige sein im Vergleich zur ursprünglichen Größe des Eisdruckes, wie auch folgende Berechnung ungefähr erkennen läßt. Es wird angenommen, daß bei gewöhnlicher Temperatur t_1, etwa bei $+15^0$ C., vom Raum v irgend einer Steinpore ein gewisser Teil v' mit Wasser erfüllt sei. Bei der nun folgenden Abkühlung im Winter oder beim Frostversuch bis $- t_2$, etwa bis $- 15^0$ C, tritt zunächst eine Volumverminderung dieses Porenwassers ein, so daß sein Volum bei 0^0 C.: $\frac{v'}{1 + \Delta\, t_1}$ beträgt, wenn noch $\Delta\, t_1 = 7{\cdot}424 \cdot 10^{-4}$ den Raumzuwachs der Volumeinheit Wasser bei der Temperaturerhöhung von 0 auf $t_1 = +15^0$ C. bedeutet. Bei der Umwandlung in Eis findet eine Vergrößerung dieses Wasservolumens um etwa $^1/_{10}$ oder um $10\,\%$, also auf $\frac{v' \cdot 1{\cdot}1}{1 + \Delta\, t_1}$ statt. Diese Eismasse zieht sich bei der weiteren Abkühlung auf $- t_2{}^0$ auf $V_E = \frac{v' \cdot 1{\cdot}1}{(1 + \Delta\, t_1) \cdot (1 + \alpha_E \cdot t_2)}$ oder, da $\Delta t_1 \cdot \alpha_E$ verschwindend klein ist, auf $V_E = v' \cdot 1{\cdot}1 \frac{1}{1 + \Delta\, t_1 + \alpha_2 \cdot t_2}$ zusammen. Der ursprüngliche Porenraum v (bei $t_1{}^0$, hier bei 15^0 C.) wird infolge der Steinzusammenziehung bei $- t_2{}^0$ C. nur noch $V_P = \frac{v}{1 + \alpha_B} \cdot (t_1 + t_2)$ messen Bei diesem Wärmegrad ist demnach mit den angegebenen Werten

der Eisraum

$$V_E = v' \cdot 1{\cdot}1 \cdot \frac{1}{1 + 0{\cdot}0007424 + 0{\cdot}00015 \cdot 15} = 1{\cdot}09672 \cdot v'.$$

Die Herabminderung des Eisvolumens beträgt mithin nur $0{\cdot}00246 \cdot v'$. Ferner folgt bei $- t_2{}^0$ C.

der Porenraum

$$V_P = v \cdot \frac{1}{1 + 0{\cdot}000045 \cdot 30} = 0{\cdot}99865 \cdot v.$$

Solange nun $V_E < V_P$, ist eine Frostgefahr für die Wandung der betreffenden Pore offenbar ausgeschlossen und erst dann, wenn $V_E > V_P$, kann von Eisdruck und damit von Frostgefahr die Rede

Digitized by Google

sein.[1]) Aber selbst dann wird vielleicht, solange der Volumunterschied $V_E - V_P$ noch ein geringer ist, vermöge der plastischen Fügsamkeit des kristallinischen Eises noch eine gewisse schwache Verminderung des theoretischen Porenwanddruckes zu erwarten sein. Die Bedingung $V_E \leq V_P$ liefert λ oder $\frac{v'}{v} \leq 0{\cdot}91058$. Man hat mit jenem Vorbehalt

$v' \leq 0{\cdot}91058 \,.\, v$ für den ersten Fall (der Frostsicherheit),
$v' > 0{\cdot}91058 \,.\, v$ „ „ zweiten „ (der Frostgefahr).

Die theoretische Verhältniszahl $\lambda \leq 0{\cdot}91058$ wird außerdem praktisch zu korrigieren, d. h. durch einen aus zahlreichen Versuchs- beziehungsweise Erfahrungsergebnissen als Durchschnitt herzuleitenden Wert λ' zu ersetzen sein.

Der Einfluß der Steinzusammenziehung auf Erhöhung des Eisdruckes wäre nach der Verkleinerung von v auf $0{\cdot}99865 \,.\, v$, also um $0{\cdot}00135 \,.\, v$, bei gleichzeitigem Erfülltsein der Bedingung $v' > 0{\cdot}91058 \,.\, v$, zu beurteilen. Aus dem Vorigen ergibt sich, welche Rolle der Grad der Porenfüllung bei der Frostwirkung auf Bausteine spielen muß und spielt. Er kann versuchsmäßig festgestellt werden als das für die Gesamtheit der Hohlräume eines Bausteines im Durchschnitt geltende Verhältnis $\lambda = \frac{p_w}{p_v}$, wobei p_w das Wasseraufsaugevermögen und p_v die Porosität des Steines bezeichnen, beide Zahlenwerte in Raumprozenten ausgedrückt. p_w wird in bekannter Weise durch allmähliches freiwilliges Wasseraufsaugenlassen (wie beim Frostversuch), p_v durch Wassersättigung unter der Luftpumpe etc. ermittelt. Es ist ersichtlich, daß bei geringem Wasseraufsaugungsquotienten $\lambda = \frac{p_w}{p_v}$, auch bei verhältnismäßig großem Gesamtporenraum (Wert p_v), der Erfolg der Frostwirkung ausbleiben oder nur gering sein kann, selbst wenn die Festigkeitsverhältnisse des Steines minderer Art sind. Ferner kann von zwei Steinen der mit einer höheren Kohärenz im Frost Schaden leiden, der andere aber unversehrt bleiben, wenn der Quotient λ für den letzteren erheblich geringer ist als für den ersteren. Die im Vorigen (unter III) erwähnte Kohäsionserhöhung durch die Steinkontraktion bei dem Wärmeniedergang kann nur eine sehr geringe sein und wird weit überragt von der Wirkung

[1]) Vergl. hiezu aber unten (Seite 17).

Digitized by Google

der dem eigentlichen Gefriervorgang vorangegangenen Erweichung der Gesteinsmasse oder gewisser Partien derselben. Diese Erweichung besteht vornehmlich in einer energischen Herabsetzung der Kohärenz der Steinmasse infolge des Dazwischentretens von Wasserteilchen zwischen ihre feinsten Teilchen. Sie zeigt sich dementsprechend auch nur bei bestimmten Steinsorten, namentlich bei tonigen, erdigkalkigen oder solchen mit einem derartigen Bindemittel etc.[1])

Durch die Erweichung während der Wasserlagerung und Durchfeuchtung der Steine wird, wie gesagt, infolge Abminderung der Steinkohärenz der Forstwirkung vor und in die Hände gearbeitet. Es ist also zunächst

1. der Grad der Erweichung (oder einfach Kohärenzabschwächung, wo eigentliche Erweichung überhaupt nicht in Betracht kommt) zu bestimmen. Er wird gemessen durch die Festigkeitsabminderung bei 28tägiger vorschriftsgemäßer Wasserlagerung (unter gewöhnlichem Luftdruck) gegen die Anfangs-Trockenfestigkeit. (Bei wirklicher und leicht eintretender Erweichung kann die Wasserlagerungsdauer auch abgekürzt werden.)

2. zu bestimmen die weitere Abminderung der Erweichungsfestigkeit durch die eigentliche Frostwirkung als Maß dieser allein und

3. ist festzustellen die Gesamt-Festigkeitsabminderung der Anfangsfestigkeit durch Erweichung und Frost zusammen als Maß der gemeinsamen Wirkung beider. Bei allen drei Erhebungen wird es sich nach dem Früheren in erster Linie um Zug-, sodann um Scher- und allenfalls noch um Biegungsfestigkeit handeln. Es bezeichne nun:

β'_z, β'_s, β'_b, β'_d die Anfangs-Trocken-Zug-, Scher-, Biegungs-, Druckfestigkeit des Steines,

β''_z, β''_s, β''_b, β''_d die Erweichungs-Zug-, Scher-, Biegungs-, Druckfestigkeit, d. h. die Naßfestigkeit des Steines nach 28 tägiger Wasserlagerung,

β'''_z, β'''_s, β'''_b, β'''_d die Frost-Zug-, Scher-, Biegungs-, Druckfestigkeit, d. h. die Naßfestigkeit des eventuell erweichten

[1]) Eine, obwohl geringe Abänderung der Kohärenz infolge Wasserlagerung erfolgt bekanntlich auch bei nicht eigentlich erweichbaren Gesteinen, z. B. den kristallinischen Silikatgesteinen: Granit, Syenit etc. Ihren Ursachen kann hier nicht weiter nachgegangen werden.

Digitized by Google

Steines nach erfolgter 25maliger Frostwirkung und jedesmaligem Auftauen.

Ferner bezeichne:

$\chi' = \frac{\beta''}{\beta'}$ (nämlich $\chi'_z = \frac{\beta''_z}{\beta'_z}$, $\chi'_s = \frac{\beta''_s}{\beta'_s}$ usw.) den Erweichungskoeffizienten,[1])

$\chi'' = \frac{\beta'''}{\beta''}$ (nämlich $\chi''_z = \frac{\beta'''_z}{\beta''_z}$, $\chi''_s = \frac{\beta'''_s}{\beta''_s}$ usw.) den (von mir sogenannten) Frostschwächungskoeffizienten oder Schwächungskoeffizienten, endlich

$\chi''' = \frac{\beta'''}{\beta'}$ (nämlich $\chi'''_z = \frac{\beta'''_z}{\beta'_z}$, $\chi'''_s = \frac{\beta'''_s}{\beta'_s}$ usw.) den Erweichungs-Frostbeständigkeitskoeffizienten oder kurz Beständigkeitskoeffizienten.

Zwischen den drei Koeffizienten χ', χ'' und χ''' besteht die einfache Beziehung:

$$\chi''' = \chi' \cdot \chi'',$$

d. h. „der Beständigkeitskoeffizient ist das einfache Vielfache aus dem Erweichungs- und dem Frostschwächungskoeffizienten". v. Tetmajer verwertete die Koeffizienten unmittelbar. Hier wird vorgeschlagen, statt ihrer die Festigkeitsabnahmen in Hundertteilen der jeweiligen Versuchsanfangsfestigkeit zu benutzen. Es bezeichne

$\triangle \beta'$ (nämlich $\triangle \beta_z$, $\triangle \beta'_s$ usw.) die prozentische Abminderung der Anfangstrockenfestigkeit im Erweichungsversuche,

$\triangle \beta''$ (nämlich $\triangle \beta''_z$, $\triangle \beta''_s$ usw.) die prozentische Abminderung der Erweichungsfestigkeit im Frostversuche, endlich

$\triangle \beta'''$ (nämlich $\triangle \beta'''_z$, $\triangle \beta'''_s$ usw.) die prozentische Abminderung der Anfangstrockenfestigkeit im vereinigten Erweichungs- und Frostversuch.

[1]) v. Tetmajer, der die Bezeichnungen und Begriffe Erweichungs- und Beständigkeitskoeffizient einführte und zuerst verwertete, definierte den Erweichungskoeffizienten als den umgekehrten Wert von χ', nämlich als $\varkappa = \frac{\beta'}{\beta''}$.

Digitized by Google

Dann ist

$$\triangle \beta' = 100 . \left(\frac{\beta' - \beta''}{\beta'}\right) \text{ oder } 100 . (1 - \chi'),$$

$$\triangle \beta'' = 100 . \left(\frac{\beta'' - \beta'''}{\beta''}\right) \text{ oder } 100 . (1 - \chi''),$$

$$\triangle \beta''' = 100 . \left(\frac{\beta' - \beta'''}{\beta'}\right) \text{ oder } 100 . (1 - \chi' . \chi'').$$

Auf Grund der Ergebnisse zahlreicher Versuche mit Bausteinen, angestellt in der hier geforderten Weise (auf Zug-, Scher- und Biegungsfestigkeit sich beziehend), wie sie zur Zeit natürlich noch nicht vorliegen, sondern erst noch ausgeführt werden müßten, wären nun für $\triangle \beta'$ und $\triangle \beta''$ Grenzwerte aufzusuchen, die die Frostgefahr ausschließen, bezw. die Frostsicherheit der Steinsorten verbürgen. Beobachtungen am Steinmaterial ausgeführter Bauten, so unersetzbar wertvoll sie in jeder Hinsicht sonst sind, würden hier nicht über den Erfolg der Frostwirkung für sich allein, sondern mit der Agentienwirkung kombiniert belehren. Zu Vergleichen und zur Kontrolle sind sie heranzuziehen. In letzter Linie entscheidend und Trugschlüssen vorbeugend, würde wohl stets nur die Größe $\triangle \beta'''$ (nicht aber etwa $\triangle \beta'$ für sich allein) sein können, zu berechnen aus der leicht abzuleitenden Beziehung

$$\triangle \beta''' = (\triangle \beta' + \triangle \beta'') - \frac{\triangle \beta' . \triangle \beta''}{100},$$

die in gewisser Weise der obigen Relation zwischen χ''', χ'' und χ' entspricht. Denn wenn auch stark erweichungsfähige Steine sich stets als nicht frostsicher erweisen werden, so gibt es doch auch nichterweichungsfähige, die frostunbeständig sind. v. Tetmajer bezog zwar auch die Größen β', β'', β''' (von ihm mit β_1, β_n, β_n^* bezeichnet) auf die verschiedenen spezifischen Materialfestigkeiten (Zug-, Druck- und Biegungsfestigkeit), ermittelt und bei der Beurteilung der Frostsicherheit verwertet wurden jedoch meines Wissens fast stets nur die Druckfestigkeitszahlen. (Nur bei der Prüfung der Wirkung von Fluaten auf Molasse-Sandsteine hatte v. Tetmajer Zugfestigkeitsbestimmungen vorgenommen.) Daß die Feststellung der Naßfestigkeitszahlen β''_z und β''_s, sowie β'''_z und β'''_s und nicht die der entsprechenden Trockenfestigkeiten den wirklichen Verhältnissen der frostgefährdeten Bausteine ent-

Digitized by Google

spricht, ist klar. Es ist notwendig, dieses zu fordern, da stets mit dem ungünstigsten Zustande gerechnet werden muß und es kann die Frage aufgeworfen werden, ob die dritte Festigkeitsprüfung zur Ermittelung von β'''_z und β'''_s nicht sogar vielmehr im Stadium des höchsten Frostes, also möglichst sofort an den dem Gefrierkasten unmittelbar entnommenen Probekörpern geschehen müsse. Die Frage wird meines Erachtens zu verneinen und der Festigkeitserhebung nach vorherigem Auftauen (nachdem Ausfrieren und Auftauen 25mal gewechselt hatten) mindestens der gleiche Wert zuzuerkennen sein. Bei allen Steinen, deren Zug- und Scherfestigkeit im Frost $\leqq$ derjenigen des Poreneises ist, würde die letztere den Versuch störend beeinflussen und zu unrichtigen Werten für β''' führen. Nach den Versuchen von Frühling in Königsberg i. Pr.[1]) ist für Eis: $\beta_z = 10\,0—15{\cdot}7$ atm, $\beta_b = 8{\cdot}6—16{\cdot}3$ atm., $\beta_d = \sim 10{\cdot}4—21{\cdot}5$ atm. Es würde also in solchen Fällen das Auftauen des gefrorenen Probestückes vor der dritten Festigkeitsprüfung überhaupt unerläßlich sein.

Aber auch davon abgesehen, können m. E. bei solchem Vorgehen wohl keine geringeren Festigkeitszahlen sich ergeben als im Froste selbst, da wirkliche Frostschäden beim Auftauen doch keinesfalls zurückgehen können und die Erweichung im wesentlichen wiederhergestellt ist. Ja, man könnte hier weiter sogar die Frage aufwerfen, ob nicht das Auftauen der Steine doch vielleicht noch eine Steigerung der Frostschäden zur Folge haben könne. Ich glaube, diese Frage im allgemeinen verneinen zu müssen. Zwar ist es bekannt, daß im Winter Frostschäden an Wasserleitungsröhren, Gasöfen, Dachabfallrohren und dergl. oft erst bei Eintritt des Tauwetters sich zu zeigen pflegen, so daß die Volksmeinung, vom Schein geleitet, dieses dafür verantwortlich macht. In Wirklichkeit waren die Wasserröhren, Wassergefäße usw. bereits durch das Gefrieren des darin eingeschlossenen Wassers geplatzt. Aber erst nach Abtauen des den Wasserandrang abhaltenden Eispfropfens ist der Schaden zutage getreten. Der Frost also verursacht den Schaden, das Tauwetter macht ihn sichtbar. So fallen die in Frostnächten vom Zweige abgesprengten Blätter, die durch die Eisteilchen bis dahin gleichsam noch angekittet gehalten waren, erst beim Abtauen der letzteren in der Morgensonne zu Boden. Ganz ähnlich so findet man die etwa

[1]) Zentralblatt der Bauverwaltung, 1885, S. 306.

Digitized by Google

abgesprengten, aber durch eine Eiskruste festgehaltenen kleinen Gesteinstrümmerchen am Fuß von Außenmauern am zahlreichsten erst nach der Frostperiode, im Frühjahr, vor. Ferner tritt das Phänomen des Rauhfrostes in einer seiner Erscheinungsformen, für die u. a. Blümcke eine schöne Erklärung gegeben hat, manchmal vielleicht auch dann erst ein, wenn die Eiskruste, die den Eispfropfen gegen das Austreiben aus dem Porenmund sicherte, lostaut, so daß das unterkühlt gehaltene Wasser aus den Außenporen plötzlich als Eisstrahl herausschießen kann. Trotz alledem und neben diesem halte ich aber in vereinzelten Fällen die Möglichkeit nicht für ganz ausgeschlossen, daß nach großer Kälte beim Steigen der Temperatur — allerdings vor Eintritt des eigentlichen Tauwetters — durch die Wärmeausdehnung des Eises unter Umständen Frostschäden zustande kommen könnten. Man kann sich nämlich denken, daß durch das teilweise, gewaltsame Zusammenpressen der Eiskristallgebilde in die dazwischen befindlichen Hohlräume Formänderungen jener bewirkt und Spannungen in ihnen sowie auch in dem umgebenden Wandmaterial hervorgerufen wurden, so daß eine Art labilen Gleichgewichtszustandes zwischen der Eisfüllung und der gefährdeten Metall- oder Steinporenwand eingetreten war. Steigt nun die Temperatur schnell, so könnte durch Störung jenes Schwebezustandes infolge der absolut geringen, relativ aber sehr erheblichen Wärmeausdehnung des Eises, die das Nachgeben des Wandungsstoffes schnell überflügeln wird, eine Schädigung desselben eintreten. Es ist z. B. für Glas, Kupfer, Zink; Granit, Ziegel der räumliche Ausdehnungskoeffizient α = 0·000027, 0·000055, 0·000088; 0·000026, 0·000015. Eis aber besitzt wohl die größte Wärmeausdehnung unter allen bekannten festen Körpern und zwar ist hierfür $\alpha = 0{\cdot}00015$.

Schließlich muß noch ein bei den Festigkeitserhebungen nicht zu übersehender Umstand erörtert werden. Die Beanspruchungen der Steinmasse, von denen im Vorstehenden die Rede war, bezogen sich zum Teil zunächst auf das Material der Zwischenwände, also auf die porenfreie Steinsubstanz. Durchweg ist dies der Fall in betreff der Biegungsbeanspruchung, zum Teil in betreff der Scherbeanspruchungen. Zur Ermittelung jener Festigkeitszahlen für das porenfreie Material, die man die „wirklichen Festigkeiten" nennen könnte und die, wegen ihrer Verschiedenheit für verschiedene Stellen des Steins (vor allem bei klastischen Gesteinen)

Digitized by Google

als Durchschnittswerte zu denken sind, ist kein gangbarer Weg bekannt. Die Festigkeitsprüfungen (zur Ermittelung von β_z, β_s, β_b, β_d) geben natürlich nur die Zahlen für die Widerstände des gesamten Materials mit seinen Hohlräumen, die man als „scheinbare Festigkeiten" bezeichnen kann und die die wirklichen implicite enthalten. Auch eine etwaige Reduktion der gefundenen scheinbaren Festigkeiten auf den porenfreien Querschnitt könnte hier, auch im Falle der Zugfestigkeit, wo die Verhältnisse noch am einfachsten liegen, natürlich nichts helfen, da sie die ganz unberechenbare Wirkung der Hohlräume nicht ausschaltet. Nun läuft aber überall da, wo im einzeln jene „wirkliche" Zugfestigkeit in Frage kommt, das Gesamtergebnis doch stets gerade auf die „scheinbare" Zugbeanspruchung irgend eines Steinquerschnittes hinaus. Vgl. z. B. die Beanspruchung des Querschnittes $\alpha\beta$ in Abb. 4 und die der Trennungsflächen bei der Rissebildung, s. Seite 9 und Abb. 5. Die tatsächliche Zugbeanspruchung der Steine bei der Frostwirkung entspricht also genau derjenigen beim gewöhnlichen Zerreißversuch zwecks Ermittelung der scheinbaren Festigkeiten β_z', β_z'' und β_z''' und umgekehrt, und letztere Erhebungsweise ist demnach eine vollständig korrekte.

Das gleiche gilt auch sofort von der Ermittelung der Scherfestigkeiten β'_s, β''_s und β'''_s in allen Fällen mit alleiniger Ausnahme des Falles, in dem das „Aus- oder Abbröckeln" das Endergebnis war (siehe I, 1: Seite 7, Abb. 2). Aber auch dann wird, wie schon die Abb. 3 und 2 erkennen lassen, stets oder doch vorwiegend, wenigstens für kleinere Steinpartien, noch „scheinbare" Scherbeanspruchung einer Anzahl von „wirklichen" Beanspruchungen als annäherndes Ergebnis vielleicht substituiert werden dürfen. Immerhin liegt hier eine gewisse Unstimmigkeit zwischen Wirklichkeit und Versuch vor, auf die hingewiesen sei. In weit höherem Grade jedenfalls würde dies der Fall sein, wenn es sich um die wohl nur selten auftretende eigentliche Biegungsbeanspruchung handelte. Es ließen sich dann die gefundenen Zahlen der „scheinbaren Festigkeit", die ja stets kleiner als die der „wirklichen" sein werden, höchstens als eine Art unterer Grenzwerte ansehen und gebrauchen. Es liegt hier wiederum eine der Schwierigkeiten vor, mit denen eine vollständige Theorie der Frostwirkung einmal zu rechnen haben wird. Eine solche zu geben, war im vorstehenden natürlich nicht beabsichtigt, und sie wäre auch zur Zeit noch gar nicht

Digitized by Google

möglich. Es sollten nur die meines Erachtens wichtigsten grundlegenden Gesichtspunkte festgelegt und vor allem sollte bei den maßgebenden Organen, den staatlichen Prüfungsanstalten, hiermit angeregt werden, beim Frostversuch zur Prüfung auf Zug- und Scherfestigkeit überzugehen und namentlich auch jene, an verschiedenen Stellen dieser Darlegungen andeutend geforderten, für den weiteren Ausbau der Frostwirkungstheorie unerläßlichen Versuchs- und Beobachtungsreihen in Angriff zu nehmen.

Von Interesse wäre die ungefähre Kenntnis von Grenzwerten der durch die Frostwirkung tatsächlich erzeugten Materialspannungen. Zur schätzungsweisen Beurteilung dieser Verhältnisse müßten die durchschnittliche Porenweite und Porenwandstärke sowie der Eisdruck p. kg/cm^2 der Porenwandung bekannt sein. Mit Untersuchungen nach der letztgenannten Richtung hin ist Referent zur Zeit beschäftigt. Ebenso, was hier beiläufig gleichfalls berichtet sein mag, mit einer Verbesserung seines (in dem eingangs genannten Buche beschriebenen) Apparates für die „abgekürzte Agentienprobe". Derselbe soll künftig die laufende Abführung der bei dem Versuch sich bildenden konzentrierten Lösungsstoffe ermöglichen, die sich seither in den Versuchsflaschen ansammelten und durch deren Rückwirkung auf die Probekörper beim Tauchen eine Trübung der Versuchsergebnisse im Vergleich zu denen der Wirklichkeit zu befürchten steht. Überhaupt soll ein noch genaueres Anpassen an die Verhältnisse der Wirklichkeit, als es seither möglich war, angestrebt werden.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XII4

ÜBER DIE BESTIMMUNG DER FROST- BESTÄNDIGKEIT VON STEINEN.

Anhang zum Berichte der Kommission 7, von **E. Leduc**, Paris.

(Übersetzung aus dem Französischen.)

Wenn es eine Probe von unzweifelhaftem Nutzen für die Beurteilung des Verwendungswertes eines Steines gibt, so ist es wohl jene der Bestimmung des Frostwiderstandes. Wenige Proben jedoch sind solchen Ausführungsschwierigkeiten unterworfen, wie diese letztere, bei wenigen ändert sich die Ausführungsweise in solchem Grade von Laboratorium zu Laboratorium und wenige finden so verschiedene Beurteilungen.[1])

Wie schon J. Marvà y Mayer in dem oben erwähnten Berichte über die Frostbeständigkeitsproben sagt, ist weder der Vorgang beim Trocknen des Steines festgesetzt, noch die Art des Wasseransaugens, ja — wie wir hinzufügen könnten — nicht einmal der Vorgang des Gefrierens und Auftauens.

In dem Streben, mitzuwirken, die Grundsätze einer Prüfungsmethode festzulegen, haben wir eine größere Anzahl von Steinen (31), welche in der Praxis als frostunbeständig, wenig frostbeständig und frostbeständig gekannt sind, verschiedenen Proben über Frostbeständigkeit unterworfen, wobei wir den Vorgang des Eintauchens und Gefrierens variiert haben.

[1]) Um den Bericht nicht zu verlängern, hielten wir es für richtig, von einer Anführung der verschiedenen Arbeitsmethoden abzusehen, da der Leser diese letzteren ohneweiters in den Berichten der Konferenzen zu Berlin, Dresden, München, in dem sehr wertvollen Berichte von J. Marvà y Mayer für den Kongreß zu Paris 1900 und schließlich in dem von Gautier verfaßten und der vom Minister für öffentliche Arbeiten eingesetzten Kommission für Versuchsmethoden (Commission des méthodes d'essai) vorgelegten Berichte finden kann.

Digitized by Google

Sämtliche Versuche[1]), mit Ausnahme von einigen, die mit scharfkantigen Bruchstücken durchgeführt wurden, erfolgten mit genau geschnittenen, scharfkantigen Würfeln von 70 mm Seitenlänge, welche einem und demselben Steinblock von ca. 400×400 mm entstammten.

Austrocknung.

Da das vollständige Austrocknen der Steine bei 30—40° Tage, manchmal sogar Wochen beansprucht, haben wir die Temperatur von 100° gewählt, welche eine rasche Austrocknung des Steines ohne Spuren eines Zerfalles liefert.

Dichte, Spezifisches Gewicht, Porosität

Die Dichte, das spezifische Gewicht und die absolute Porosität der Probestücke wurden unsererseits festgestellt.

Bei Bestimmung des spezifischen Gewichtes bedienten wir uns des Volumenometers nach Le Chatelier-Candlot, wobei wir ein mit dem 900maschigen Siebe gesiebtes Pulver verwendeten.

Bei Bestimmung der absoluten Porosität, d. h. der Differenz zwischen dem spezifischen Gewichte und der scheinbaren Dichte, haben wir als Dichte das Mittel dreier erhaltenen Resultate genommen.

Da das spezifische Gewicht der einzelnen Steine stets genau das gleiche war, deren scheinbare Dichte aber bedeutend differierte, so folgt daraus, daß die absolute Porosität um so größer ist, je geringer die augenscheinliche Dichte.

Sättigung.

Zum Zwecke der Wassersättigung haben wir zwei Methoden angewendet: Die Sättigung durch Kapillarität und darauffolgendes Eintauchen und die Sättigung unter Wirkung des Vakuums.

Sättigung durch Kapillarität und Eintauchen. Bei diesem Vorgange wurden die Würfel in Rezipienten gebracht und bis zu einer Höhe von 20 mm eingetaucht. Alle halben Stunden wurde in den Rezipienten so viel Wasser nachgefüllt, bis das Niveau jene Grenze erreichte, bis zu welcher das infolge der Kapillarität aufgenommene Wasser an den Steinen aufgestiegen war, und die stets

[1]) Daß wir diese Versuche durchführen konnten, verdanken wir der Liebenswürdigkeit des Herrn Civet-Pommier, welcher uns die erforderlichen Musterstücke freundlichst zur Verfügung stellte. Es sei ihm hiefür an dieser Stelle unser verbindlichster Dank gesagt.

Digitized by Google

deutlich sichtbar ist. Dies wurde so lange fortgesetzt, bis die obere Fläche des Würfels vollständig durchtränkt war. Sodann wurde der Würfel vollkommen mit Wasser begossen und nach einer halben Stunde abgetrocknet und gewogen. Die Gewichtszunahme gegenüber dem Gewichte des trockenen Würfels ergab das Gewicht der durch Kapillarität aufgenommenen Wassermenge.

Durch solche Tränkungsversuche kann man zu dem Schlusse gelangen, daß zwei aus demselben Steinblock geschnittene Würfel bedeutende Differenzen ergeben können, welche sowohl den Methoden selbst, als auch der Beschaffenheit der Steine zuzuschreiben sind.

Anderseits ist selbst nach vierwöchentlichem Eintauchen die Aufsaugung keine vollständige, da nur die Proben Nr. 767, 769, 781, 782, 784 und 788 eine Vermehrung um weniger als 0·01% aufwiesen.

Wasseraufnahme mit Hilfe des Vakuums.

Für die Sättigung unter Wirkung des Vakuums wurden die zu erprobenden Würfel in einen kleinen Papinschen Topf gebracht, welcher mit einem Wassereinguß in Verbindung stand. Man ließ den Druck auf 60 mm Quecksilbersäule sinken und hielt diesen Zustand während 30 Minuten aufrecht. Sodann wurde das Wasser langsam zugelassen und das Vakuum während einer Stunde beibehalten.

Die Prüfung der Ziffern zeigt sofort, daß das Verhältnis der aufgenommenen, sogleich nach dem Versuche gemessenen Wassermenge ein weit höheres ist, als das Verhältnis der durch den Vorgang des einfachen Eintauchens absorbierten Quantität, trotzdem sich im letzteren Falle die Probe länger als vier Wochen unter Wasser befand. Wenn die Proben Nr. 771, 773, 778, 779 und 782 geringere Resultate ergeben haben, so ist dies den Verschiedenheiten der Natur der Steine, d. h. ihrem Mangel an Homogenität, zuzuschreiben.

Man kann demnach ohne Bedenken folgern, daß das Verhältnis der unter Vakuum aufgenommenen Wassermenge ein bedeutend höheres ist, als dasjenige, welches sich durch ein vier Wochen andauerndes Eintauchen in Wasser ergibt.

Man darf das Ergebnis dieser Probe als das für die Praxis maßgebende Maß der maximal absorbierten Wassermenge betrachten, da, trotzdem die Proben der Serie 6 während eines Zeitraumes von

Digitized by Google

24 Stunden und eines solchen von einer Woche weiterhin eingetaucht blieben, eine nur unbedeutende Vermehrung wahrnehmbar gewesen ist.

Beziehung zwischen der Dichte und der absorbierten Wassermenge.

Die Versuche zeigen, wie vorauszusehen war, daß der Stein umsomehr Wasser aufnimmt, je weniger dicht er ist, d. h. je mehr Hohlräume er bei gleichbleibendem spezifischen Gewicht enthält. (Tabelle A.)

Gefrieren.

Für den Versuch des Gefrierens wurden die Würfel[1]) in eine Zelle aus galvanisiertem Eisen gebracht (mit Ausnahme jener der Probe Nr. 7, bei welcher die Proben direkt in die Calcium-Chlorür-Lauge getaucht wurden). Die Zelle wurde in eine Calcium-Chlorür-Lauge getaucht, welche mittelst einer Kohlensäure-Kältemaschine auf -15 bis -18^0 abgekühlt worden war.

Wir sind nach acht verschiedenen, später beschriebenen Methoden vorgegangen. Bei jeder Probe wurde die Zeitdauer vom Beginn des Eintauchens gemessen.

1. Die Würfel wurden bis zu einer Höhe von 20 mm in Wasser getaucht; sodann wurde alle halbe Stunde Wasser bis zu jenem Niveau nachgefüllt, welches durch das Aufsteigen des durch die Kapillargefäße aufgenommenen Wassers erreicht wurde. Die vollständig durchtränkten Würfel wurden mit Wasser begossen, gewogen, wieder unter Wasser gebracht, nach 24stündigem Eintauchen gewogen und sodann in die Zelle des Gefrierapparates gebracht.

2. Wie 1, jedoch Eintauchen während 48 Stunden, statt 24 Stunden.

3. Wie 1, jedoch Eintauchen während einer Woche, statt 24 Stunden.

4. Wie 1, jedoch Eintauchen während vier Wochen.

5. Nachdem die Würfel unter Wirkung des Vakuums mit Wasser getränkt worden waren, wurden dieselben sogleich gewogen und sodann in die Zelle des Gefrierapparates gebracht.

6. Nachdem die Würfel unter Wirkung des Vakuums mit Wasser getränkt worden waren, wurden dieselben gewogen, sodann

[1]) Mit Rücksicht auf die Dimensionen der uns zur Verfügung stehenden Blöcke, mußten einige Versuche mit Bruchstücken vorgenommen werden, von welchen einige ein geringeres Volumen besaßen; jedoch auch diese waren scharfkantig und rechtwinkelig hergerichtet.

Digitized by Google

während 24 Stunden in Wasser eingetaucht gehalten und ein zweites Mal gewogen. Dieselben wurden dann neuerdings während einer Woche eingetaucht, ein drittes Mal gewogen und dann endlich in die Zelle des Gefrierapparates gebracht.

7. Nachdem die Würfel unter Wirkung des Vakuums mit Wasser getränkt worden waren, wurden dieselben gewogen und dann sogleich in die Calcium-Chlorür-Lauge des Gefrierapparates gebracht.

Bei allen diesen Versuchen erfolgte das Auftauen, indem die aus den Zellen des Gefrierapparates genommenen Würfel auf vier Stunden in destilliertes Wasser von $+15^0$ eingebracht wurden. Dieselben wurden sodann herausgenommen und in ein hermetisch verschlossenes Glasgefäß hineingegeben, um am nächsten Tage neuerlich in die Zellen des Apparates gelegt zu werden; bevor die Würfel wieder in die Zellen gebracht wurden, sind dieselben jedesmal fünf Minuten lang eingetaucht worden, um derart die Verluste des während der verschiedenen Manipulationen verdampften Wassers auszugleichen.

Aus einer Prüfung der Ergebnisse geht unmittelbar hervor, daß der Versuch 7 ein außerordentlich strenger ist, da nur ein einziger Stein, Nr. 773, dieser Erprobung standhalten konnte. Sämtliche Steine wurden durch das erste Auftauen affiziert (mit Ausnahme der Proben Nr. 766 und 782).

Dem Vorgang der Sättigung durch das Vakuum mit darauffolgendem einwöchentlichen Eintauchen war gleichfalls nahezu die Gesamtheit der Steine nicht gewachsen.

Bemerkenswert ist, daß Stein Nr. 784, wiewohl derselbe sehr porös, wenig dicht ist und ein großes Quantum Wasser aufgenommen hat (14·85%), dem Versuch standgehalten hat.

Der Versuch der Sättigung mittelst des Vakuums ohne darauffolgendes Eintauchen ist weniger streng, als der vorherige Versuch, dafür aber schneller. Dieser Versuch zeigt, wie ein nur kleiner Überschuß an absorbiertem Wasser hinreicht, um den Zerfall eines Steines herbeizuführen, da bei Versuch 6 die Steine nur um ein Geringes mehr Wasser absorbiert hatten, als bei Versuch 5.

Die übrigen Versuche sind ganz äquivalent, soweit dies bei so wenig homogenem Material überhaupt zu beurteilen möglich ist.

Beachtenswert ist, daß sich das Ergebnis, welchen Versuchsvorgang man auch immer gewählt hat, niemals mit der absorbierten

Digitized by Google

Wassermenge in Einklang bringen läßt. So konnte z. B. ein Stein (Nr. 785, Probe Nr. 5) ohne Gefahr für seinen Bestand 19·12% Wasser absorbieren, während andere Steine, welche nur ein geringes Quantum Wasser aufgenommen hatten, zerfallen sind. Übrigens ist diese Feststellung ganz logisch, weil ein sehr poröser Stein der Beanspruchung auf Zug mehr Widerstand entgegenzusetzen vermag, als ein anderer von weitaus geringerer Porosität.

Verschiedene Steine, welche in der Praxis als frostbeständig betrachtet werden (767, 775, 776, 778, 780, 789, 794, 795), haben keinem der Versuche standgehalten, während wieder andere, bisher als nicht frostbeständig bekannte manchem der unternommenen Versuche Widerstand zu leisten vermochten.

Diese Versuche (Kolonnen 1—7 der Tabelle B) entsprechen nicht den bei der Verwendung der Steine gemachten Erfahrungen.[1]) Hierüber kann man sich in einfacher Weise durch Vergleich der in den Kolonnen 1—7 angeführten Resultate mit den in Kolonne 10 (Tabelle B) verzeichneten praktischen Erfahrungen überzeugen; durch Änderung des von Marvà y Mayer erdachten Prüfungsvorganges, in der nachfolgend beschriebenen Weise, glaubten wir zu einem praktischen Ergebnis zu gelangen.

Die Würfel (Kolonne 8 der Tabelle B) wurden einer stufenweisen Tauchung für die Dauer von 24 Stunden unterzogen, sodann direkt, u. zw. während vier Stunden in die Lauge getaucht und schließlich durch 4 Stunden in Wasser von −15° aufgetaut. Jeder dieser Prozeduren wurde nur einmal durchgeführt. Kolonne 9 enthält die Ergebnisse mit jenen Würfeln, welche in gleicher Weise wie die der Kolonne 8 behandelt wurden, bei denen jedoch die Eintauchzeit 48 Stunden anstatt 24 Stunden währte. Da sich bei den Ergebnissen dieser beiden Erprobungsarten nur unbedeutende Differenzen zeigen, werden wir uns nur mit dem Versuche befassen, bei welchem das Eintauchen nur 24 Stunden währte (Kolonne 8).

Wenn wir die durch diesen Versuch (8) zutage geförderten Ergebnisse mit den aus der Praxis gewonnenen Angaben (10) ver-

[1]) Die Angaben über den Gebrauchswert der untersuchten Steine wurden uns von seiten der Syndikatskammer der Unternehmer für Maurerarbeiten des Seine-Departements zur Verfügung gestellt, welche zwecks Einholung von Erfahrungen der Praxis eine umfangreiche Enquete veranstaltete. Es sei hiermit der Syndikatskammer und im besonderen ihrem Präsidenten, Herrn Villemin, der verbindlichste Dank gesagt.

Digitized by Google

gleichen, werden wir gewahr, daß zwischen den experimentellen Ergebnissen und den Beobachtungen der praktischen Verwendung gute Übereinstimmung besteht.

Der in Rede stehende Probevorgang ist ein sehr rascher; er beansprucht genau zwei Tage.

Es ist auch sehr begreiflich, daß die Proben nach der bisher üblichen Methode schon infolge ihrer Ausführungsart Fehler in sich bargen, weil ja die Ergebnisse, je nachdem das Probestück dem metallischen Teil der Zelle mehr oder weniger nahekommt, bezw. dieselbe berührt oder nicht, und je nachdem die Luftmenge eine mehr oder weniger beträchtliche ist, voneinander abweichen werden.

Antrag.

Im Verfolge der von uns durchgeführten Studien schlagen wir dem Kongreß vor, eine Anzahl Forscher verschiedener Länder zu ernennen, welche sich mit dem Studium der im folgenden beschriebenen Versuchsmethode bei verschiedenen Materialarten zu befassen hätten.

Die Proben (Würfel von 70 mm Seite) sind bei 100° zu trocknen, bis ein konstantes Gewicht sowohl des natürlichen als auch des gebrannten Produktes erreicht ist. (Bei Konglomeratgestein dürfte es sich empfehlen, dasselbe mit Schwefelsäure unter eine Glocke zu bringen oder bei 40—50° zu trocknen.) Der letztere Vorgang (Trocknung bei 40—50°) ist übrigens von zweifelhaftem Erfolg. Sodann sind die Proben bis zu einer Höhe von 20 mm in Wasser einzusetzen. Hierauf soll jede halbe Stunde Wasser bis zu jener Grenze nachgefüllt werden, welche durch das kapillare Aufsteigen der Flüssigkeit gekennzeichnet ist. Die vollständig durchtränkten Würfel sind sodann mit Wasser zu übergießen und zu wägen. Falls das kapillare Einsaugen des Wassers nicht sichtbar sein oder nur langsam bis zur oberen Fläche des Würfels vorsichgehen sollte, sind die Proben nach achtstündigem Einsaugen, gerechnet vom Beginn des Probeverfahrens, mit Wasser zu übergießen.

Nach 24stündigem Eintauchen, gerechnet vom Beginn der Probe, sind die Würfel durch weitere vier Stunden in eine Calcium-Chlorür-Lauge von −15° Temperatur und Dichte = 1300 zu hängen, sodann herauszunehmen und während vier Stunden in Wasser von +15° zu tauchen.

Schließlich sind die Würfel herauszunehmen und ist deren Befund festzustellen.

Digitized by Google

Ergebnis

Nummer	Dichte (Mittel von 8 Würfeln)	Spezifisches Gewicht	Absolute Porosität	1 Stufenweises Einsaugen bei 24stündigem Eintauchen [1]		2 Stufenweises Einsaugen bei 48stündig. Eintauchen		3 Stufenweises Einsaugen bei 1wöchentl. Eintauchen		4 Stufenweises Einsaugen bei 4wöchentl. Eintauchen	
				Absorb. Wasser %	Befund der Probe	Absorb. Wasser %	Befund der Probe	Absorb. Wasser %	Befund der Probe	Absorb. Wasser %	Befund der Probe
					*)						
766	2·4356	2 6800	0·2444	1·16	keine	1·24	keine	1·48	keine	1·01	keine
767	2·2960	—	—	3·42	25	3·46	19	4·95	25	4·80	25
768	2·1650	2·6650	0 500	6·22	8	4·73	7	5·26	keine	5 97	17
769	2·1340	2·6880	0·554	7·27	25	7·22	25	9·64	„	7·14	14
770	2·0450	2·6900	0·645	8·83	keine	8·47	keine	9·01	„	10 09	keine
771	2·0630	2·6920	0 629	9·64	„	8·59	„	8·08	„	9·84	„
772	2·2690	2·5080	0·239	3·67	„	4·56	„	3·38	„	6·54	„
773	2·2510	2·6960	0·445	2·68	„	3·87	„	4·47	„	4·66	„
774	1·7530	2·6800	0·927	13·98	25	12·95	31	15·46	„	14·23	25
775	1·6110	2·675	1·064	17·56	4	18·51	9	19·17	11	20·39	6
776	1·716	2·686	0·960	11·90	7	14·51	6	16·68	7	16·13	5
777	1·803	2·701	0·898	10·02	7	10·59	13	10·19	15	14·55	5
778	1·909	2·699	0·790	11·08	20	12·08	14	11·64	5	11·53	12
779	2·147	2·672	0·525	7·24	10	7·19	24	7·26	keine	7·66	7
780	1·761	2·687	0 926	12·93	7	13·22	10	14·54	8	16·57	2
781	2·235	2 687	0·452	6·08	21	7·32	keine	6·92	keine	5·95	6
782	2·401	2·699	0·298	3·80	22	9·64	„	4·00	22	4·09	7
783	2·087	2·701	0·614	7·18	16	9·69	11	9·22	8	—	1
784	2·006	2·706	0·700	11·03	keine	10·40	keine	13·67	keine	9·58	21
785	1·738	2·690	0·952	17 01	„	17 40	„	17·99	23	19·05	1
786	1·753	2·704	0·951	15·64	„	17·34	„	17·61	keine	18·69	keine
787	1·709	2·702	0·993	11·05	„	11·17	„	12·22	„	13·04	„
788	1·616	2·704	1·088	6·33	„	6·60	„	8·00	„	8·21	„
789	1·671	2·679	1·008	17 31	6	15·32	5	16·88	12	18·46	3
790	1·628	2·672	1·044	26·73	2	17·61	2	17 37	1	—	[1]
791	1·584	2·707	1·123	18·38	23	18·73	25	—	25	21·07	4
792	1·601	2·688	1·087	—	16	—	23	—	25	19·72	4
793	1·680	2·674	0·994	—	keine [1]	—	18	—	20 [1]	17·96	12
794	1·628	2·675	1·047	17·03	17	17·34	20	18·69	3	20·20	4
795	1·631	2·688	1·057	15·32	25	15·51	18	17·03	21	17·86	11
796	1·506	2·685	1·179	—	16 [1]	—	13 [1]	—	9	23·89	1

Anmerkung: Die Zahlen in den Kolonnen „Befund der Probe" besagen, durch wie oftmaliges Auftauen der Zerfall der Probe herbeigeführt wurde. 9 bedeutet also z. B., daß die Probe bei dem neunten Auftauen anfing zu zerfallen.

*) keine — bedeutet keine Veränderung.

Digitized by Google

der Versuche. **Tabelle A.**

5		6		7		8	9	
Einsaugen mittelst Vacuum		Einsaugen mittelst Vacuum bei 1 wöchentl. Eintauchen		Einsaugen mittelst Vacuum Proben in die Lauge getaucht		Stufenweises Einsaugen bei 24 stündig. Eintauchen	Stufenweises Einsaugen bei 48 stündig. Eintauchen	Beurteilung des Steines im praktischen Gebrauch
Absorb. Wasser %	Befund der Probe	Absorb. Wasser %	Befund der Probe	Absorb. Wasser %	Befund der Probe	Probe in die Lauge getaucht	Probe in die Lauge getaucht	
—	keine	2·33	keine	2·65	15	keine	keine	frostbeständig
—	25	4·82	23	5·35	1	—	—	„
—	6	7·01	5	6·93	1	—	—	„
7·75	25	8·39	16	9·66	1	1	1	„
10·43	keine	10·29	12	10·35	2	1	1	„
9·07	„	9·81	25	10·99	1	1	1	scheut den Frost
6·15	„	7·03	5	6·66	1	keine	keine	frostbeständig, scheut aber Feuchtigkeit
2·15	„	6·09	keine	1·87	keine	„	„	frostbeständig
16·82	4	17·96	1	19·16	1	„	1	„
23·26	1	23·25	4	27·78	1	1	1	„
18·24	3	18·68	4	19·92	1	keine	1	„
14·12	7	17·67	4	17·36	1	—	—	„
12·91	7	13·81	4	10·59	1	—	—	„
5·62	keine	8·63	13	5·79	2	—	—	„
17·34	3	18·07	4	17·52	1	keine	—	„
7·32	18	7·88	10	7·37	1	1	1	scheut den Frost, wenn er die Bruchfeuchte noch nicht abgegeben hat.
3·88	4	4·46	8	3·50	2	keine	keine	„
10·02	19	10·24	24	9·95	1	1	1	„
14·25	keine	14·33	keine	12·63	1	1	1	„
19·12	„	—	24	19·08	1	1	1	scheut den Frost
20·13	25	19·87	23	19·10	1	1	1	„
20·25	1	19·08	22	18·94	1	keine	keine	frostbeständig
23·39	1	19·07	24	20·81	1	„	„	„
21·64	1	22·37	1	19·87	1	1	1	„
23·09	1	—	1[1]	22·25	1	—	—	scheut den Frost
24·57	1	24·69	15	30·82	1	1	1	„
23·52	1	22·70	6	21·37	1	—	—	„
21·29	1	—	1[1]	17·51	1	—	—	„
22·00	1	23·00	6	23·01	1	1	1	frostbeständig
21·96	1	22·68	11	20·82	1	—	—	„
28·57	1	—	1[1]	26·64	1	—	—	scheut den Frost

[1]) Bei diesem Versuch und den folgenden wurde die Zeit vom Beginn des Einsaugens gemessen.

Digitized by Google

Zusammenstellung der Ver-

Bezeichnung

Nummer	1 Stufenweises Einsaugen bei 24stündig. Eintauchen	2 Stufenweises Einsaugen bei 48stündig. Eintauchen	3 Stufenweises Einsaugen bei 1wöchentl. Eintauchen	4 Stufenweises Einsaugen bei 4wöchentl. Eintauchen	5 Einsaugen mittelst des Vacuums
766	o	o	o	o	o
767	—	—	—	—	—
768	—	—	o	—	—
769	—	—	o	—	—
770	o	o	o	o	o
771	o	o	o	o	o
772	o	o	o	o	o
773	o	o	o	o	o
774	—	—	o	—	—
775	—	—	—	—	—
776	—	—	—	—	—
777	—	—	—	—	—
778	—	—	—	—	—
779	—	—	o	—	o
780	—	—	—	—	—
781	—	o	o	—	—
782	—	o	—	—	—
783	—	—	—	—	—
784	o	o	o	—	o
785	o	o	—	—	o
786	o	o	o	o	—
787	o	o	o	o	—
788	o	o	o	o	—
789	—	—	—	—	—
790	—	—	—	—	—
791	—	—	—	—	—
792	—	—	—	—	—
793	o	—	—	—	—
794	—	—	—	—	—
795	—	—	—	—	—
796	—	—	—	—	—

Anmerkung: o : Probe hat dem Versuch standgehalten.
— : Probe hat dem Versuch nicht standgehalten.

Digitized by Google

suche über Frostbeständigkeit.

der Versuche. Tabelle B.

6	7	8	9	10
Einsaugen mittelst des Vacuums bei 1 wöchentl. Eintauchen	Einsaugen mittelst des Vacuums Proben in die Calcium-Chlorürlauge getaucht	Stufenweises Einsaugen bei 24 stündig. Eintauchen Proben in die Lauge eingetaucht	Stufenweises Einsaugen bei 48 stündig. Eintauchen Probe in die Lauge eingetaucht	Beurteilung des Steines nach dem praktischen Gebrauch
o	—	o	o	frostbeständig
—	—	~~		„
—	—	~~	~~	„
—	—	1	1	„
—	—	1	1	„
—	—	1	1	scheut den Frost
—	—	o	o	frostbeständig, scheut aber die Feuchtigkeit
o	o	o	o	frostbeständig
—	—	o	1	„
—	—	1	1	„
—		o	1	„
—	—			~~
—	—	~~	~~	frostbeständig
	—	~~		„
		o	~~	„
—	—	1	1	scheut den Frost, wenn er die Bruchfeuchte noch nicht abgegeben hat
	—	o	o	„
—	—	1	1	„
o	—	1	1	„
—	—	1	1	scheut den Frost
	—	1	1	„
	—	o	o	frostbeständig
—		o	o	„
	—	1	1	„
	—			scheut den Frost
	—	1	1	„
	—			„
—	—		~~	„
—	—	1	1	frostbeständig
—	—			„
	—			scheut den Frost

Anmerkung: ~~: Probe nicht untersucht.
1: Probe bei erstem Auftauen affiziert.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XIII$_1$

ÜBER DAS ANBINDEN DER MÖRTEL NACH VERSCHIEDENEN ARBEITSPAUSEN.

Von Prof. **B. Kirsch**, Wien.

Die Untersuchungen, über welche nachstehend kurz berichtet wird*), sind als Vorproben zu umfangreicheren Studien ausgeführt worden, und es kommt den Ergebnissen deshalb noch nicht der Wert einer vollen Sicherheit zu. Gleichwohl genügten sie zur vorläufigen Information und zur Aufstellung des Programmes, nach welchem diese praktisch sehr wichtige Frage eingehend studiert werden soll.

Die ausgeführten 120 Versuche lieferten immerhin einige interessante Aufschlüsse, und ihre Veröffentlichung gelegentlich des Kopenhagener Kongresses wird insbesondere deshalb vorgenommen, weil die Methode sich als durchaus brauchbar erwiesen hat.

Zunächst sei vorausgeschickt, daß die Anbindung eines zu einem späteren Zeitpunkt angemachten Zementmörtels an einen früher hergestellten Mörtel durch die Beanspruchung auf Zug gemessen wurde. Die Anbindefläche war ein Rechteck von 200 mm Breite und 100 mm Höhe.

Es wurden 2 Zementsorten, ein Portland- und ein Schlackenzement, in je 2 Mischungsverhältnissen mit Sand (1 : 2 und 1 : 4) in Betracht gezogen. Die Zwischenzeiten (Arbeitspausen) bis zur

*) Näheres S. Heft 5, Jahrgang 1909, „Österr. Wochenschrift für den öffentl. Baudienst", Wien.

Digitized by Google

Anbetonierung betrugen 0, $^1/_2$, 2, 6 und 14 Stunden, so daß Körper ohne Arbeitsunterbrechung, solche der üblichen Arbeitsweise, solche einer Mittagspause, solche einer halbtägigen und schließlich solche in Betracht kamen, die einer Unterbrechung durch eine Nacht entsprechen. Die Erhärtungsdauer betrug 3 Monate (Lagerung in einem feuchten Raum).

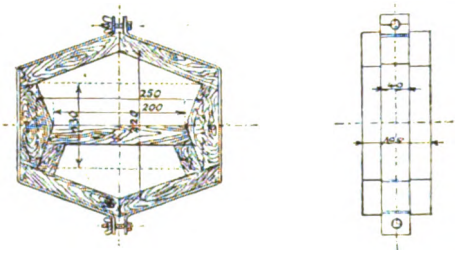


Fig. 1.

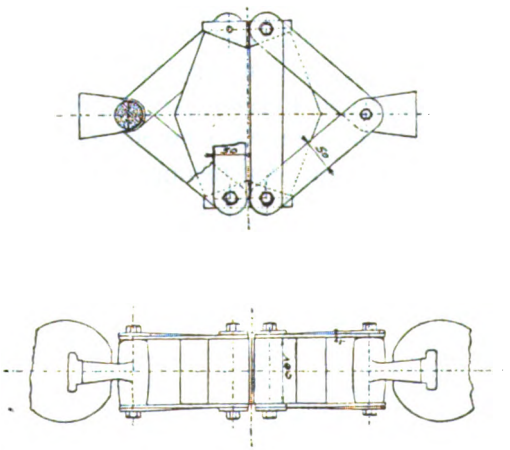


Fig. 2.

Die Mischungen 1 : 2 konnten nach 2—3 Tagen, 1 : 4 nach 8 Tagen ausgeschalt werden. Die Form war aus Holz, ihre Innenfläche mit Zinkblech überdeckt. (Vergl. Fig. 1.)

Die Füllung wurde durch Stößel eingedrückt (aber nicht gerammt), und zwar wurde vor der Füllung der zweiten Hälfte die Anbindefläche etwas aufgerauht. Figur 2 zeigt die Art der Einspannung in die Festigkeitsmaschine.

Digitized by Google

Die verwendeten Zemente hatten	Portland-Zement	Schlacken-Zement
Raumgewicht pro Liter in kg lose . .	1197	908
„ „ „ „ „ fest . . .	1980	1532
Spezifisches Gewicht	3·15	2·78
Erhärtungsbeginn nach Stunden . . .	$4^1/_2$	$1^1/_2$
Bindezeit	15	8
Zugfestigkeit (kg/cm²) nach 1 Woche .	18·9	19·3
„ „ „ 4 Wochen .	24·3	23·8
Druckfestigkeit „ „ 1 Woche .	272·5	252·7
„ „ „ 4 Wochen .	330·5	351·9

Volumenbeständigkeit war vorhanden.

Für die Mörtelkörper wurde ein dem österreichischen ähnlicher Quarzsand verwendet.

Nachstehende Tabelle enthält die Mittelwerte (aus je 5) der Haftfestigkeit in kg/cm².

Arbeitspause in Stunden	1 : 2		1 : 4	
	Portland-Zement	Schlacken-Zement	Portland-Zement	Schlacken-Zement
0	3·82	3·20	3·96	1·56
$^1/_2$	1·24	0·86	1·20	0·49
2	1·44	0·95	1·12	0·23
6	1·05	0·63	1·59	0·20
14	1·03	0·21	1·18	0·08

Ergebnis.

1. Die Arbeitsunterbrechung von $^1/_2$ Stunde genügt, um die Anhaftung auf etwa ein Drittel der Betonfestigkeit zu vermindern.

2. Bei längerer Unterbrechung sinkt die Anhaftung noch weiter, aber viel langsamer als in der ersten halben Stunde.

3. Schlacken-Zement scheint diesbezüglich empfindlicher zu sein als Portland-Zement.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XIII$_2$

EINIGES ÜBER TRASS, TRASS-ZEMENT UND ZEMENT-KALKMÖRTEL.

Von Dr. techn. **Heinrich Renezeder**, Wien.

Aus den Mitteilungen des mechanisch-technischen Laboratoriums der k. k. technischen Hochschule in Wien.

Im mechanisch-technischen Laboratorium der k. k. technischen Hochschule in Wien wurden nachfolgende Mörtelmischungen untersucht:

1. 1·2 Trass T_1 + 1·0 Kalkpulver K_1 + 1·75 Sand S_1
2. 1·0 Zement Z_1 + 1·75 „ K_1 + 5·25 „ S_1
3. 0·5 „ S + 0·5 Kalkteig K_1 + 1·5 „ S_1
4. 1·0 Trass T_2 + 1·0 Kalkpulver K_2 + 1·0 „ S_2
5. 1·0 „ T_2 + 1·5 „ K_2 + 2·0 „ S_2
6. 1·0 „ T_2 + 2·0 „ K_2 + 4·0 „ S_2
7. 1·0 „ T_2 + 0·66 Kalkteig K_2 + 1·0 „ S_2
8. 1·0 „ T_2 + 1·0 „ K_2 + 2·0 „ S_2
9. 1·0 „ T_2 + 2·0 „ K_2 + 4·0 „ S_2
10. 1·0 „ T_2 + 1·0 Zement Z_2 + 0·66 Kalkteig K_2 + + 5·0 Sand S_2
11. 1·0 Zement Z_3 + 3·0 Sand S_3
12. [1·0 Zement Z_3 + 3·0 Sand S_3] + [1 Kalkteig K_3 + + 1·5 Trass T_3 + 1·75 Sand S_3]
13. 1·0 (Zement Z_3 + Kalkpulver K_3) + 3 Sand S_3; $Z_3 : K_3 = 75 : 42·5$
14. 1·0 (Zement Z_3 + Kalkteig K_3) + 3 Sand S_3; $Z_3 : K_3 = 75 : 25$
15. 1·0 (Zement Z_3 + Kalkpulver K_3) + 3 Trass T_3; $Z_3 : K_3 = 75 : 42·5$
16. 1·0 (Zement Z_3 + Kalkteig K_3) + 3 Trass T_3; $Z_3 : K_3 = 75 : 25$

Digitized by Google

17. 1·0 Romanzement R + 3·0 Sand S_3
18. 1·0 „ R + 1·5 Sand S_3 + 1·5 Trass.

Aus den nachstehenden Mischungen wurden Probekörper für die Ermittlung der Zug-, Druck- und Biegefestigkeit, Wasserdurchlässigkeit und Elastizität erzeugt.

Nach dreimonatlicher Wasserlagerung wurden u. a. nachfolgende Festigkeiten (kg/cm²) ermittelt.

Mischung Nr.	Druck-festigkeit	Biege-festigkeit	Mischung Nr.	Druck-festigkeit	Biege-festigkeit
1	123·5	27·38	10	433 3	39·19
2	143 8	32·18	11	233 0	56·74
3	138·9	29·60	12	168 5	38·61
4	152 7	33·69	13	189·3	37·56
5	128·2	32·53	14	173·7	37·44
6	103·5	22·93	15	311·5	31·01
7	137·5	36 50	16	287·6	23·98
8	120·3	26 03	17	137·2	26·32
9	86 3	26·09	18	40·5	10·52

Die Prüfung auf Elastizität wurde an Prismen von 16 cm Höhe und [4 × 4] cm Querschnitt bei Druckbeanspruchung vorgenommen.

Hiebei wurden folgende Moduli ermittelt:

Mörtel Nr.	Berechnet auf Grund der gesamten Zusammendrückung (E min)	Berechnet auf Grund der rein elastischen Formänderung (E max)
1	35·800	49·700
2	70·500	91·100
3	86·400	93 600
4	86·100	162·000
5	63·500	124 800
6	68 400	110·500
7	47·000	63 900
8	74·200	90 100
9	36·700	81·800
10	113·000	145·700
11	103 500	141·100
12	63 600	102·400
13	59 900	68·400
14	55·800	89 500
15	70·0 0	91·700
16	56 700	67·200
17	36·200	59·000

Digitized by Google

Das Anbindevermögen wurde nur an den Mörtelmischungen 1, 2, 3 und 4 untersucht. Es ergaben sich hiebei für Traßmörtel die relativ günstigsten Ergebnisse.

Bei Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit, welche an Platten von 5 cm Dicke erfolgte, gingen bei $2^1/_2$ Atm. Druck in einer Stunde nachfolgende Wassermengen in cm^3 durch die Mörtelplatten.

Mörtel Nr.		Mörtel Nr.	
1	0·51	10	2·1
2	3·4	11	2·1
3	2·1	12	0·9
4	0·15	13	1·1
5	0·38	14	1·4
6	2·0	15	0·0
7	0·25	16	0·05
8	1·1	17	18·3
9	2·3	18	27·6

Schlußbemerkungen.

Es ergaben sich bei Anwendung von pulverförmigem Kalkhydrat, das zuerst mit Traßmehl trocken vermischt wurde und erst dann Wasserzusatz erhielt, bessere Resultate als bei Verwendung des eingesumpften Kalkes.

Eine recht gute Übereinstimmung in den ermittelten Zahlen zeigen die Mörtelproben der Mischung 12, 13 und 14. Die Zugabe von Kalk zu Portlandzement setzt zwar die Festigkeitswerte herab, benimmt aber dem Zementsandmörtel die starre Beschaffenheit.

Verfasser kommt zu folgenden Schlußsätzen:

1. Portlandzementmörtel erscheinen nach Zugabe richtig gewählter Kalkhydratmengen hinsichtlich der Festigkeit, Elastizität und Wasserdurchlässigkeit dem von Geheimrat Intze für Talsperrbauten empfohlenen Traßzementmörtel gleichwertig.

2. Die Wasserdichtigkeit von Portlandzement kann erhöht werden, wenn der Sand durch Traß ersetzt wird.

3. Das Anbindevermögen erscheint bei Traßmörteln größer als bei Portlandzementmörteln. Das Anbindevermögen verlängerter Zementmörtel wurde nicht untersucht.

4. Bei Zugabe von Kalkhydrat führt die Verwendung von gut gelöschtem Kalkhydratpulver zu besseren Resultaten als die von Kalkteig.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XIII3

BEITRAG ZU DEN UNTERSUCHUNGS-METHODEN DER ELASTISCHEN LÄNGEN-ÄNDERUNGEN DES BETONS.

Von Dr. Ing. **Béla v. Bresztovszky**, Budapest.

1. Einleitung. Es ist bekannt, daß wenn man einen Probekörper, welcher eine Längenänderung durch eine achsial wirkende Kraft erfahren hat, entlastet: der eine Teil der vorhandenen Längenänderung (λ) verschwindet ($= \lambda_e$, elastische Änderung), der andere Teil aber zurückbleibt ($= \lambda_m$, bleibende Änderung), wobei natürlich $\lambda = \lambda_e + \lambda_m$ sein muß. Bestimmt man zu jeder beliebigen Kraft P_i, welche zwischen Null und der Bruchlast liegt, zwei von diesen Größen, so ergeben sich bei dem Auftragen in ein Coordinatensystem die Schaubilder der gesamten, der elastischen und der bleibenden Längenänderungen. Die Verschiedenheit der aus der Literatur bekannten[1]) Resultate der Elastizitätsversuche, findet ihre Erklärung in der verschiedenen Art der Bestimmung dieser Schaubilder. Ein Teil dieser Versuche beruht auf Wiederholungen der Belastungen; andere werden ganz ohne Wiederholungen ausgeführt. Gewöhnlich wird dem Verhalten der bleibenden Änderungen keine genügende Aufmerksamkeit geschenkt, sondern man trachtet dieselben zu eliminieren.

Teils um die Wirkung der Wiederholungen näher kennen zu lernen, teils um zu den obgenannten Schaubildern zu gelangen, habe ich im Laboratorium des Herrn Hofrat Prof. v. Nagy Druckversuche: I. mit Wiederholungen, II. ohne dieselben ausgeführt.[2])

[1]) Siehe z. B. die Arbeiten von: Bauschinger, Durand-Claye, Hartig, Souleyre, Österr. Gewölbeausschuß, v. Tetmajer, Joly, v. Bach, Considère, Feret etc.

[2]) Größtenteils in der Zeitschrift des ungar. Ingenieur- und Architekten-Vereines „Közlöny" erschienen, Jahrgang 1907 und 1909.

Digitized by Google

2. Probekörper und Versuchseinrichtung. Die sämtlichen 80 Probekörper waren Betonprismen mit quadratischem Querschnitt. Seitenlänge 15 cm, Meßlänge 43 cm, Körperlänge 60 cm. Sie wurden aus vier verschiedenen Mischungen in Eisenformen verfertigt und bis zum Versuche entsprechend behandelt. Die Versuche wurden bei einem Alter von 1, 2, 6 Wochen, 5, 9, 11 bis 17 Monaten und $1^1/_2$ bis 2 Jahren teils auf der 100 *t* Werderschen Maschine, teils auf einer 500 *t* Presse ausgeführt. Die Ablesungen geschahen mit Bauschingerschen Spiegelapparaten, wobei $\frac{1}{10}$ Mikrons geschätzt werden.

I. Druckversuche mit Wiederholungen.

3. Versuchsausführung. Jede Belastung wurde von einem Anfangswerte P_0, welcher für gewöhnlich 1 Tonne ($= \sim 4{\cdot}44$ kg/cm^2 Spannung) und bei sehr harten Körpern 5 Tonnen ausmachte, in 1 Minute auf den Endwert P_1 gebracht. Die Entlastung geschah auch im gleichen Zeitraume. Die Geschwindigkeit der Kraftvermehrung war also bei größerer Kraft eine größere. Die Anzahl der Belastungswechsel war 30, 50 bis 100 und, wo die Länge änderungen nicht gemessen wurden, oft 200 bis 300. Die Längenänderungen habe ich anfangs für jede einzelne Belastung, später aber, beim minimalen Zuwachs der Formänderung, nach 5 oder 10 Wiederholungen abgelesen. Nach Beendigung einer Reihe von Wiederholungen wurden die Körper einer solchen Belastung ausgesetzt, bei welcher sich die Kraft gleichmäßig (und zwar 1 Tonne pro Minute) vergrößerte; dabei wurden die Längenänderungen nach Erreichung jeder Tonne Kraftvermehrung bestimmt.

4. Resultate. *a*) Gewöhnlich wird angenommen, daß durch eine Anzahl von Belastungswechseln das Material in einen konstanten Zustand gebracht wird, in welchem dasselbe „vollkommen elastisch“ wird und die λ, λ_e, λ_m gewisse Grenzwerte erreicht haben. Zeichnet man also solche Kurven auf, deren Abszissen durch die Zuwächse $\Delta\lambda$, $\Delta\lambda_e$, $\Delta\lambda_m$ und deren Ordinaten durch die Anzahl (n) der Wiederholungen gebildet werden, so müssen diese Kurven, die wir kurzweg Wiederholungskurven nennen wollen, nach Erreichung der Grenzwerte parallel mit der n-Achse werden Die

Digitized by Google

derart sich ergebenden Kurven (z. B. *Pa* 1, *H* 20, *H* 38) zeigen, daß die Zuwächse sich zwar mit wachsendem n verkleinern, aber ein konstanter Zustand ist bei 30 bis 100 Wiederholungen der Kraft, welche $^1/_{10}$ bis $^3/_4$ Teil der Bruchlast ausmachte, noch nicht erreicht. Dies läßt also die Existenz derartiger Grenzwerte im allgemeinen als fraglich erscheinen.

b) Wenn man das Schaubild für die im Punkt 3 erwähnte gleichmäßige Kraftvermehrung nach den Wiederholungen aufzeichnet, so erhält man eine Kurve, die bis zu einer P_a-Grenze wesentlich gerade ist, d. h. der schon belastete Körper weist eine gewisse Proportionalität zwischen Kraft und Längenänderung auf. Die Höhe der P_a-Grenze wächst mit der Anzahl der vorangegangenen Belastungswechsel; sie kann sogar die Höhe der wiederholten Kraft überschreiten. Die Größe der Neigungswinkel (ψ) dieser Geraden wird bei wachsender Anzahl der Wiederholungen einer Kraft immer um etwas kleiner; die Dehnungskoeffizienten $\alpha = \frac{1}{E}$ werden also in entsprechendem Maße wachsen.

II. Druckversuche ohne Wiederholungen.

5. Versuchsausführung. Um aus dem gesamten Arbeitsvermögen eines Materials den elastischen und den bleibenden Teil absondern zu können, verfährt Hofrat Prof. A. Rejtő bekanntlich derart, daß er die gleichmäßig und stoßfrei wachsende Belastung bei gewissen Kräften P_i unterbricht, den Körper entlastet und dann wieder in derselben Art aber höher belastet und so fort. Die nach den Entlastungen gewonnenen Kurven beginnen mit geraden und unter sich parallelen Linien, welche das gesamte Arbeitsvermögen in die obigen zwei Teile teilen. Auf Grund dessen wurde die Belastung von der Anfangslast P_0 (siehe Punkt 3) bis auf P_1 gleichmäßig, stoßfrei gesteigert, dann bis P_0 entlastet; darauf wieder auf $P_2 > P_1$ gesteigert und so fort bis zum Bruche. Die konstante Geschwindigkeit der Kraftvermehrung war dabei für harte Körper 2·5 Tonne ($= \sim 11$ kg/cm^2) pro 1 Minute, für weniger harte 1 Tonne. Die Ablesungen der Spiegelapparate erfolgten am Ende jeder Minute, wodurch man die Längenänderungen nicht nur für den Anfang P_0 und das Ende P_i jeder Belastung, sondern auch für jede einzelne Tonne zwischen P_0 und P_i bekam.

Digitized by Google

6. Resultate. *a*) In der Figur gebe ich einige auf eben geschilderte Weise erhaltene Schaubilder, und zwar von den Körpern: *H* 35, *H* 29, *H* 11, *H* 14, *H* 25 und *P* 2, für welche die Bruchlast nach der Reihe 11·5, 17, 20, 26, 62·1 und 101 Tonnen, die Bruchspannung demgemäß 51, 75·5, 88·9, 115, 276 und 448 kg/cm² ausmachte. Die voll ausgezogenen Linien sind die Verbindungen der erhaltenen Punkte, die gestrichelten schrägen Linien deuten die Entlastung, die horizontalen den Bruch an. Die Druckkräfte P sind in Tonnen (*t*), die Verkürzungen in Mikrons.

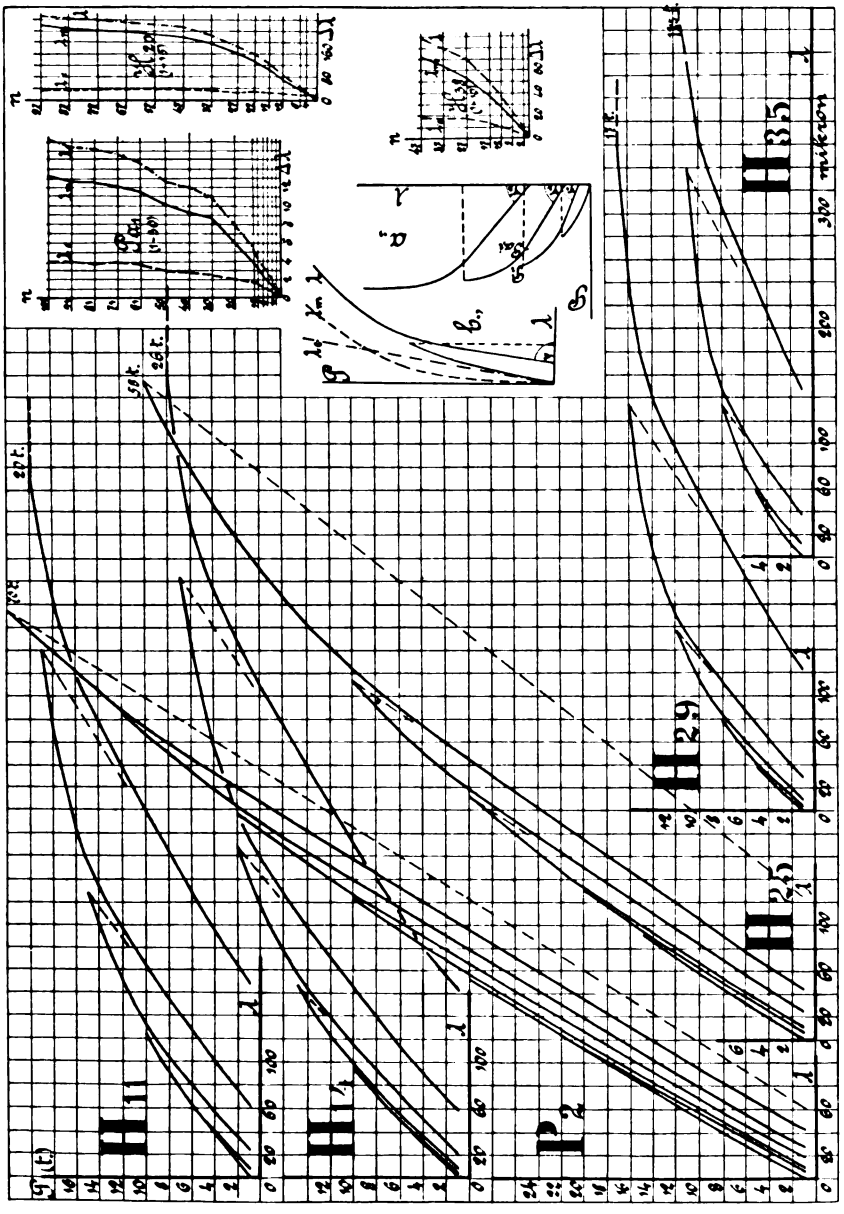
Diese Körper waren vor diesen Versuchen noch nicht in Anspruch genommen. Ihre Schaubilder zeigen von der P-Achse aus gesehen konvexe Kurven; nach einer Entlastung aber beginnen sie mit einer Geraden und gehen dann in eine konvexe Kurve über. Eine Proportionalität war also zwischen P und λ ursprünglich nicht vorhanden, dieselbe wurde aber bis zu einer gewissen Grenze, $P_a < P$, schon durch die erste Belastung herbeigeführt. Wir haben nach jeder Entlastung sozusagen mit einem neuen Material zu tun, dessen Arbeitsvermögen kleiner ist, wie es im vorherigen Zustande war, und welches außerdem schon eine Anfangsproportionalität, eine Anfangshärte besitzt.

b) Bei der Vergleichung der Richtungen der Geraden findet man, daß bei einem weniger harten Körper (z. B. *H* 35, *H* 29 etc.) dieselben voneinander erheblich abweichen, und zwar mit wachsender Kraft flacher werden; bei einem härteren Körper dagegen (z. B. *H* 25, *P* 2) die Richtungen miteinander fast parallel sind. Es folgt hieraus, daß die Dehnungskoeffizienten (α) bei einem weniger harten Körper mit wachsender Kraft wachsen, bei einem härteren dagegen als konstant betrachtet werden können. Letzteres kann umso eher angenommen werden, als der Unterschied der α-Werte in einem härteren Körper selbst kleiner gefunden wurde, als es zwischen zwei aus derselben Mischung stammenden Körpern der Fall war.

c) Die Belastungen unterhalb einer schon entstandenen Proportionalitätsgrenze P_a ergaben nur verhältnismäßig sehr kleine bleibende Längenänderungen. Mit Vernachlässigung dieser kann man also die geraden Teile der Kurven, welche eigentlich die Schaubilder der gesamten Verkürzungen (λ) darstellen, als solche der elastischen (λ_e) allein betrachten. Mit anderen Worten: unter-

Digitized by Google

halb einer schon erreichten Proportionalitätsgrenze sind die elastischen Längenänderungen mit den Kräften proportional.



Digitized by Google

Der Dehnungskoeffizient der elastischen Längenänderungen (α_e) ist aus dem Neigungswinkel (ψ), welchen die Geraden mit der λ-Achse einschließen, zu berechnen. Folglich hat man für einen weniger harten Körper verschiedene α_e-Werte, welche desto größer sind, je höher die zu ihnen gehörenden P_a-Grenzen; sie sind aber für Kräfte unterhalb der erreichten P_a-Grenze konstant. Bei härteren Körpern dagegen kann man für α_e, ohne wesentlichen Fehler zu begehen, einen einzigen Wert (α) annehmen.

7. **Schlußfolgerungen.** *a*) Wenn man die Neigungswinkel aus den Ergebnissen der Versuche unter I. und II. miteinander vergleicht, so findet man, daß — zufolge Unhomogenität des Materials — zwischen den Winkeln zweier, aus derselben Mischung gleichzeitig hergestellter Körper der Unterschied ein größerer ist, wie die Änderung, welche in der Größe dieses Winkels durch die Wiederholungen verursacht wurde. Es ist also vom praktischen Standpunkte betrachtet einfacher und auch motiviert, wenn man für den Dehnungskoeffizienten diejenige Größe annimmt, welche aus dem Versuche ohne Wiederholungen, aber mit gleichmäßiger, stoßfreier Kraftvermehrung erhalten wird.

b) Das dieser Art untersuchte Betonmaterial zeigt also folgende Gesetzmäßigkeiten:

1. Für das weniger harte Material (in der Figur: *a*) kann das Gesetz der rein elastischen Verkürzungen durch das Hookesche Gesetz mit genügender Genauigkeit ausgedrückt werden. Der Dehnungskoeffizient $\alpha_{e,\,i}$, der unterhalb der $P_{a,\,i}$-Grenze konstant ist, hängt von der Größe der Kraft P_i ab, durch welche die Proportionalität verursacht worden ist.

2. Für das härtere Material (in der Figur: *b*) kann das Gesetz der rein elastischen Verkürzungen (λ_e) durch das Hookesche Gesetz, in welchem der Dehnungskoeffizient fast bis zum Bruche einen konstanten Wert besitzt, ausgedrückt werden.

3. Das Gesetz der bleibenden Verkürzungen (λ_m) wird in beiden Fällen, aus der P-Achse gesehen, durch konvexe Kurven dargestellt.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XIII 4

DIE FOLGEN DES GEBRAUCHES UNRICHTIG ZUSAMMENGESETZTER MÖRTEL.

Von Prof. **J. A. v. d. Kloes**, Delft.

(Kurze Inhaltsangabe des auf dem Kongreß mündlich zu erstattenden Berichtes.)

1. Der Internationale Verband für die Materialprüfungen der Technik hat viel im Interesse der Wissenschaft und Industrie, aber verhältnismäßig wenig für die Baupraxis geleistet. Der Verfasser ergreift dankbar die Gelegenheit, einen Gegenstand zu berühren, dessen Vernachlässigung einen großen wirtschaftlichen Verlust bedeutet.

2. Das Ausblühen des Mauerwerks, der Mauerfraß, die Feuchtigkeit der Gebäude haben alle einen gemeinschaftlichen Ursprung: Kalküberschuß im hydraulischen Mörtel eventuell mit Mangel an genügender Sandmenge gepaart. Diese Fehler führen langsam, aber sicher zum Untergang der kostbarsten Bauwerke.

3. Es ist nicht richtig, Traß und Portlandzement einander als Konkurrenten gegenüberzustellen. Jeder von beiden hat seine eigentümliche Aufgabe zu erfüllen und kann den andern darin öfters auf höchst nützliche Weise unterstützen.

4. Die auf diesen Gegenstand Bezug habenden Erscheinungen sind so auffallend, daß kein vorurteilsfreier Beobachter sie leugnen kann. Verfasser hat sie genügend studiert, um ihnen mit Gewißheit vorbeugen zu können. Der Verlauf ist aber nicht wissenschaftlich festgestellt. Es ist die höchste Zeit, daß der „Internationale Verband für die Materialprüfungen der Technik“ sie in den Kreis seiner Arbeiten aufnimmt.

5. Beispiele schlechter Arbeit.

6. Vorschriften für die Zusammenstellung von Traß- und Zementmörtel.

Digitized by Google

Magerer Kalk	Fettkalk	Kalkteig	Traß	Portland-zement	Puzzolan-(Traßkalk) zement	Sand
a) Unbedingt wasserdichte und fortwährend unterm Wasser verbleibende Mörtel.						
1	—	—	1¼	—	—	1½
—	1	—	1½	—	—	2
—	—	1	3	—	—	4
—	—	—	—	1	—	2
—	—	—	1	1	—	2½
—	—	—	—	—	1	1
b) Quai- und Schleusenmauern usw.						
1	—	—	1¼	—	—	2—2½
—	1	—	1½	—	—	2½—3
—	—	1	3	—	—	5—6
—	—	—	—	1	—	3
—	—	—	1	1	—	4
—	—	—	—	—	1	1½
c) Fundamente und Hochbauten.						
1	—	—	1¼	—	—	3—4
—	1	—	1½	—	—	4—5
—	—	1	3	—	—	8—10
—	—	—	—	1	—	3
—	—	—	1	1	—	4—5
—	—	—	—	—	1	3

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XIII5

ÜBER DIE NEUEN DEUTSCHEN NORMEN FÜR EINHEITLICHE LIEFERUNG UND PRÜFUNG VON PORTLANDZEMENT.[1])

Von Professor **M. Gary**, Groß-Lichterfelde.

Am 13. Oktober 1908 hat der Verein Deutscher Portlandzement-Fabrikanten in einer außerordentlichen Generalversammlung zu Heidelberg den Entwurf für die neuen deutschen Normen fertiggestellt und den Ministerien der deutschen Bundesstaaten zur Anerkennung eingereicht. Ein besonderer Ausschuß zur Revision der Normen hat unter dem Vorsitz des Direktors Dr. Müller in Rüdersdorf in jahrelanger Arbeit viele tausende von Versuchen ausgeführt, um zuverlässige Unterlagen für diese Beratung zu gewinnen. An den Arbeiten haben sich neben dem königl. Materialprüfungsamt zu Groß-Lichterfelde West und dem Laboratorium des Vereines Deutscher Portlandzement-Fabrikanten in Karlshorst eine große Reihe von Fabrikslaboratorien beteiligt, deren Ergebnisse, von dem Vorsitzenden des Ausschusses in übersichtlicher Weise zusammengestellt, ein klares Bild von dem Verhalten des Portlandzementes bei verschiedenartiger Behandlungsweise geliefert haben.

In drei wesentlichen Punkten unterscheiden sich die neuen Normen von den alten.

1. Die Begriffserklärung für Portlandzement ist ergänzt worden; auf die chemische Zusammensetzung des Portlandzementes ist dabei Rücksicht genommen.

---

[1]) Vorbemerkungen zu den von dem Verfasser auf dem Kongreß beabsichtigten Mitteilungen.

Digitized by Google

2. Die Prüfung auf Zugfestigkeit ist ausgeschaltet; dafür sind die Anforderungen an die Druckfestigkeit des Normenmörtels und an die Feinheit der Mahlung des Portlandzementes wesentlich erhöht.

3. Als die eigentliche maßgebende Normenprobe ist die Druckprobe an Würfeln eingeführt, die sich auf Körper erstrecken soll, welche 1 Tag an der Luft, 6 Tage unter Wasser gelegen haben und 21 Tage an der Luft erhärtet sind Als Vorprobe ist die Prüfung der Würfel nach 1 Tag Erhärtung in feuchter Luft und 6 Tagen unter Wasser eingeführt.

Zu 1. Während die Begriffserklärung in den alten Normen Portlandzement als ein Produkt bezeichnet „entstanden durch Brennen einer innigen Mischung von kalk- und tonhaltigen Materialien als wesentlichsten Bestandteil bis zur Sinterung und darauffolgender Zerkleinerung bis zur Mehlfeinheit", ist in den neuen Normen die chemische Zusammensetzung des Portlandzementes festgestellt auf nicht weniger als 1·7 Gewichtsteile Kalk auf 1 Gewichtsteil lösliche Kieselsäure + Tonerde + Eisenoxyd und die Herstellung durch feine Zerkleinerung und innige Mischung der Rohstoffe, Brennen bis mindestens zur Sinterung und Feinmahlen.

Diesem Mehl dürfen zu besonderen Zwecken nicht mehr als 3% Zusätze gegeben werden. Der Magnesiagehalt darf höchstens 5%, der Gehalt an Schwefelsäureanhydrid nicht mehr als $2^1/_2$% betragen.

Mit diesen Bestimmungen sind alle Zweifel beseitigt, ob gewisse Mischzemente als Portlandzemente angesprochen werden dürfen oder nicht. Die Höchstgrenze für den Magnesiagehalt ist auf Grund jahrelang andauernder sorgfältiger Versuche auf 5% bemessen worden, nachdem sich herausgestellt hat, daß die Magnesia bis zu dieser Menge im gesinterten Portlandzement keine Treiberscheinung hervorzurufen vermag. In gleicher Weise ist durch Versuche ermittelt, daß $2^1/_2$% Schwefelsäureanhydrid unbeanstandet zugelassen werden können, ohne Treiberscheinungen zu bewirken. Durch besonders eingehende Versuche ist zweifelsfrei festgestellt worden, daß Zemente mit sehr niedrigem Schwefelsäuregehalt keinerlei Vorzug vor anderen Zementen verdienen, die in Bezug auf Schwefelsäuregehalt an der Höchstgrenze liegen.

Zu 2. Da man erfahrungsgemäß aus den mit Portlandzement ohne Sandzusatz gewonnenen Festigkeitsergebnissen nicht einheitlich auf die Bindefähigkeit zu Sand schließen kann, so ist die Prüfung

Digitized by Google

des Portlandzementes in der Mischung mit dem alten, bewährten Normalsande von Freienwalde beibehalten worden, und weil bei der Verwendung die Mörtel in erster Linie auf Druck in Anspruch genommen werden und die Druckfestigkeit sich am zuverlässigsten ermitteln läßt, sollen nur die Prüfungen auf Druckfestigkeit entscheidend sein.

Aus den Ergebnissen der zahlreichen vergleichenden Versuche wurde im Königlichen Materialprüfungsamte, Groß-Lichterfelde, nachgewiesen, daß die Zuverlässigkeit der Druckprüfung die der Zugprüfung wesentlich übertrifft. Für eine entscheidende Prüfung können aber nur tunlichst zuverlässige Prüfungsverfahren zugelassen werden, Verfahren, die Gewähr dafür bieten, daß bei sorgfältiger Arbeit auch an verschiedenen Stellen übereinstimmende Ergebnisse gefunden werden. Mit Rücksicht auf die erstrebenswerte Zuverlässigkeit ist auch von der Verwendung plastisch eingefüllter Proben, wie sie von verschiedenen Seiten empfohlen wurde, Abstand genommen worden. Es ist das alte, in Deutschland seit Jahren bewährte Rammverfahren mit dem Böhmeschen Hammer beibehalten worden.

Nach den neuen Normen soll Portlandzement so fein gemahlen sein, daß er auf dem Siebe von 900 Maschen auf 1 cm^2 höchstens 5% Rückstand hinterläßt. Die Maschenweite des Siebes soll 0·222 mm betragen.

Langsam bindender Portlandzement soll mit 3 Gewichtsteilen Normensand auf 1 Gewichtsteil Zement nach 7 Tagen Erhärtung, 1 Tag in feuchter Luft und 6 Tage unter Wasser, mindestens 120 kg/cm^2 Druckfestigkeit erreichen; nach weiterer Erhärtung von 21 Tagen in Luft von 15—30° C. soll die Druckfestigkeit mindestens 250 kg/cm^2 betragen. Im Streitfalle entscheidet nur die Prüfung nach 28 Tagen.

Portlandzement, der für Wasserbauten bestimmt ist, soll nach 28 Tagen Erhärtung, 1 Tag in feuchter Luft, 27 Tage unter Wasser, mindestens 200 kg/cm^2 Druckfestigkeit zeigen.

Bei schnell bindenden Portlandzementen ist die Festigkeit nach 28 Tagen im allgemeinen geringer, als die oben angegebene. Es soll deshalb bei Nennung von Festigkeitszahlen stets auch die Bindezeit aufgeführt werden.

Zu 3. Man war überzeugt, daß insbesondere zum Vergleich mehrerer Zemente die Prüfung mit hohem Sandzusatz unbedingt

Digitized by Google

erforderlich ist; als normales Verhältnis wurden 3 Gewichtsteile Sand auf 1 Gewichtsteil Zement angenommen. Wenn aber die Ausnutzungsfähigkeit eines Portlandzementes festgestellt werden soll, werden auch noch Versuchsreihen mit höherem Sandzusatz empfohlen.

Die beschlossene Prüfung nach der sogenannten kombinierten Erhärtung (1 Tag Luft, 6 Tage Wasser, 21 Tage Luft) ist den Verhältnissen der Praxis angepaßt, da die weitaus größte Menge des Portlandzementes Verwendung im Hochbau findet. Man ist zu diesem Prüfungsverfahren erst übergegangen, nachdem wiederum auf Grund von vielen tausenden von Versuchen im Königlichen Materialprüfungsamt anhand der Häufigkeitskurven des neuen und des alten Wassererhärtungsverfahrens festgestellt worden ist, daß beide Verfahren mit gleicher Zuverlässigkeit anwendbar sind. Alle Versuche, ein zuverlässiges Prüfungsverfahren für reine Lufterhärtung ausfindig zu machen, sind ergebnislos verlaufen. Es hat sich gezeigt, daß Wärme und Feuchtigkeit der Luft, sowie andere örtliche Eigentümlichkeiten die Versuchsergebnisse bei Lufterhärtung so stark beeinflussen, daß übereinstimmende Werte an verschiedenen Orten nicht erzielt werden. Die alten Preußischen Normen traten am 28. Juli 1887 in Kraft. Sie haben also über 20 Jahre lang der Deutschen Portlandzement-Industrie als Richtschnur gedient und haben in vielen Kulturländern Nachahmung gefunden. Es ist zu erwarten, daß die neuen Normen in noch höherem Maße als die alten dazu beitragen werden, die Entwicklung der Industrie zu fördern, und es wäre in hohem Maße erwünscht, wenn auch andere Länder sich dem Vorgehen der deutschen Industrie anschließen und die höchsten Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Prüfungsverfahren stellen würden.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XIV1

GRUNDLAGEN DER LIEFERUNGSBEDINGUNGEN FÜR ÖLE FÜR TECHNISCHE ZWECKE.

Bericht vom Präsidenten der Kommission 39, Dr. **Max Albrecht**, Hamburg.

Laut Beschluß des Brüsseler Kongresses wurde das Studium der Frage „Grundlagen der Lieferungsbedingungen für Öle für technische Zwecke" einer internationalen Kommission zugewiesen, welche sich anfangs des Jahres 1908, wie folgt, konstituierte:

Präsident: *Dr. Max Albrecht,* Hamburg.

Vizepräsident: *E. Camerman,* Ing. en Chef au Laboratoire de l'Arsenal de l'Etat, Malines, Belgien.

Mitglieder: *A. Jakobsen,* Ing., Chemiker der kgl. Dänischen Staatseisenbahnen, Kopenhagen B.

Dr. Holde, Professor, Groß-Lichterfelde.

Hav. Buch, Ing. der Norweg. Staatseisenbahnen, Christiania.

Dr. R. T. Glazebrook, Director of the National Physical Laboratory, Teddington.

P. Breuil, Chef de Section des essais de métaux au Laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers, Paris, 292 Rue St. Martin.

H. Baucke, Ingenieur, Amsterdam, Da Costakade 104.

H. Cattanes, Aide du Directeur de l'Institut expérimental de chemins de fer de l'Etat, Rome.

Josef Großmann, Oberinspector der öst. Nordwestbahn, Wien.

R. Kind, Mitchef der Firma Kind & Herglotz, Aussig a. E.

Gebrüder Sulzer, Maschinenfabrik, Winterthur.

Digitized by Google

A. H. Gill, Professor of the Massachusetts Institute of Technology, Boston.

H. A. Julius, Engineer for Designs and Tests, Gov. Railways 1, West-Australia Railway Dep. 1 Midland Junction, Western Australia.

Die späte Konstituierung der Kommission und die Notwendigkeit, vor Beginn der Tätigkeit in gemeinsamer Sitzung den einzuschlagenden Weg zu beraten und festzulegen — was erst gelegentlich des Kopenhagener Kongresses beabsichtigt wird — haben es mit sich gebracht, daß noch nicht in die kommissionelle Behandlung der gestellten Aufgabe eingegangen worden ist.

Als Grundlage für die Kommissionsarbeiten hat jedoch der Kommissions-Präsident eine kurze Zusammenstellung der vom Deutschen Verband für Materialprüfungen der Technik aufgenommenen „Grundsätze für die Prüfung von Mineralschmieröle" verfaßt, die hiermit veröffentlicht und behufs Gewinnung von Direktiven für die Kommissionsarbeiten zur eventuellen Diskussion gestellt wird:

Auszug aus den Grundsätzen für die Prüfung von Mineralschmierölen.

(Angenommen vom Deutschen Verband für die Materialprüfungen der Technik im Jahre 1907.)

A. Hauptprüfungen.

I. Durchsicht Die Durchsicht der Öle in dünner Schicht ist durch Ablaufenlassen an einer Glasfläche zu bestimmen.

II. Spezifisches Gewicht. Seine Bestimmung erfolgt nach den bekannten Verfahren (amtlich geeichte Aräometer, Pyknometer, Mohrsche Wage, Alkoholschwimmverfahren), wobei als Einheitstemperatur + 15° C. und als Gewichtseinheit Wasser von + 4° C. festzuhalten ist.

III. Konsistenz von Zylinderölen und ähnlichen dickflüssigen Ölen bei gewöhnlicher Temperatur. Für betriebstechnische Zwecke genügt die Feststellung der Konsistenz im 15 mm weiten Reagenzglas bei 30 mm Auffüllung. Eine erste Probe ist im unerhitzten Zustande, eine zweite nach 10 Minuten langem Erhitzen im kochenden Wasserbad zu prüfen. Beide Proben werden unmittelbar nach erfolgter Vorbehandlung eine Stunde lang im Wasserbad der Beobachtungstemperatur ausgesetzt, welche den

Digitized by Google

praktischen Erfordernissen anzupassen ist. Dann wird durch Umdrehen des Probeglases die Konsistenz ermittelt.

IV. Der **Flüssigkeitsgrad** ist im Englerschen Apparate zu bestimmen (s. Holde, Untersuchung der Mineralöle usw., Berlin, 1905, Verlag von Julius Springer, S. 100 ff.). Die Abkürzung der Versuchsdauer durch Bestimmung der Ausflußzeiten von 50 und 100 cm^3 i t zulässig für dickflüssige Öle. Die Bestimmungen sind vorzugsweise durchzuführen: für Maschinen- und Eisenbahnöle bei + 20° und 50° und für Zylinderöle bei + 50° und 100°. Wasserhaltige Öle sind vor den Versuchen zu entwässern.

V. Das **Verhalten flüssiger Schmieröle in der Kälte** wird entweder nach dem einfachen Reagenzglas-Verfahren (s. Holde, S. 131) oder im U-Rohr unter zahlenmäßiger Vergleichung des Fließvermögens (s. Holde, S. 132 ff) geprüft.

Die Proben sind nicht nur im Anlieferungszustande, sondern auch nach 10 Minuten langem Erhitzen auf etwa 50° zu prüfen.

VI. Flammpunkt. In allen Fällen, in denen es sich um Erzielung möglichst großer Genauigkeit handelt, ist der Pensky-Martenssche Apparat zu benutzen, in anderen Fällen auch der offene Tiegel zweckmäßig mit mechanischer Flammenführung und regulierbarem Brenner nach Marcusson (s. Holde, S. 144 ff).

VII. Chemische Prüfungen.

a) Freie Säure. Die bestehenden Verfahren (Holde, S. 154 ff) sind beizubehalten, wobei als Einheit für den Säuregehalt auch weiterhin das „Schwefelsäureanhydrid" dienen soll.

b) Löslichkeit in Benzin und Benzol. Dunkle Öle sollen in Benzol völlig löslich sein. Zur Ermittlung der asphaltartigen Stoffe dient die Bestimmung der Löslichkeit des betreffenden Öles in der 40fachen Menge reinen Petroleumbenzins von einem spezifischen Gewichte von 0·695—0·705 und den Siedegrenzen 65°—95°. Die Benzinlösungen sollen 24 Stunden lang unter Ausschluß direkten Sonnenlichtes und bei einer Temperatur von 15°—20° stehen.

Die Alkoholäther-Methode (Holde, S. 20) soll vorzugsweise als Vergleichs- und Identitätsbestimmung dienen

c) Nachweis von fettem Öl. Fettes Öl wird qualitativ durch viertelstündiges Erhitzen von 3—4 cm^3 des zu prüfenden Öles im Paraffinbad auf etwa 240° mit einem Stückchen Natriumhydroxyd oder metallischem Natrium nachgewiesen. Nach der Ab-

Digitized by Google

kühlung auf Zimmerwärme zeigen die Öle bei Gegenwart von fettem Öl Gelatinieren oder Seifenschaum oder beide Erscheinungen.

Quantitativ wird fettes Öl durch Ermittlung der Verseifungszahl oder gewichtsanalytisch nach Spitz und Hönig bestimmt.

d) Nachweis von Harzöl. Zur Prüfung auf Harzöl wird eine kleine Probe (5 cm^3) stark mit Schwefelsäure vom spezifischen Gewicht 1·62 geschüttelt. Wenn nach Trennung der Schichten keine Gelb- bis Braunfärbung, sondern die dem Harzöl eigentümliche Rotfärbung der Säureschicht eintritt, enthält das Öl Harzöl und ist dann hierauf quantitativ mittels der Storchschen Extraktion mit 96%igem Alkohol, Polarisation etc. näher auf Harzöl zu untersuchen.

e) Wassergehalt. Bei Ölen, die unter 240° im Penskyschen Apparat entflammen, erfolgt die Bestimmung so, daß die Gewichtsverluste gewogener, etwa gleich großer Mengen (je 10 bis 15 g) des ursprünglichen und des entwässerten Öles beim Erhitzen in Glasschalen auf kochendem Wasserbade bis zum Verschwinden jeglicher Schaumbildung bestimmt werden. Aus dem Unterschiede der Gewichtsverluste beider Proben ist der Gehalt an Wasser im ursprünglichen Öl zu berechnen. Die Entwässerung des Öles vor dem Erhitzen geschieht durch Schütteln des schwach erhitzten Öles im Erlenmeyerkolben mit Chlorcalcium und nachheriges Filtrieren auf trockenem Filter.

f) Alkalien und Salze werden in dem wässerigen Auszuge von etwa 100 g Öl in bekannter Weise nachgewiesen. Ebenso Naphtensalze, die auch durch direkte Veraschung ermittelt werden können.

g) Die Laugenprobe dient zur Prüfung des Raffinationsgrades, vorzugsweise auf naphtensaure, im Öl gelöste Salze; sie erfolgt durch Schütteln gleicher Raumteile Öl und Natronlauge von 3° Bé. Nach dem Schütteln mit der Lauge darf sich bei salzfreien Ölen keine Emulsion an der Trennungsschicht von Öl und Lauge zeigen.

B. Ergänzende Prüfungen.

Die Bestimmung des Brennpunktes, die Destillationsprobe, die Bestimmung der Verdampfungsmenge sowie des Paraffingehaltes kann im allgemeinen bei Schmierölprüfungen als entbehrlich betrachtet werden. Doch hat der Deutsche Verband auch für diese Bestimmungen Grundsätze aufgestellt.

Digitized by Google

Grundsätze für die Prüfung von Leuchtöl, Gasöl, Putzöl, Benzin und Paraffin.

A. Leuchtöl.

I. Äußere Merkmale: Die Prüfung der Farbe ist mit dem Stammmerschen Kolorimeter vorzunehmen.

Zur Ermittlung der Kapillarität ist die Bestimmung in einem Englerschen Petroleumviskosimeter, abgeändert von Ubbelohde, mit enger Ausflußöffnung geeignet.

II. Der Flammpunkt ist im Abelschen Apparat zu bestimmen.

III. Destillationsprobe. Die kontinuierliche Destillation erfolgt im gläsernen Englerschen Apparat (Verhandlung des Vereines für Gewerbefleiß 1887).

Es sind die Destillate bis 150°, 150—200°, 200—250°, 250—275°, 275—300° aufzufangen und der über 300° siedende Teil aus der Differenz zu bestimmen. Der „Siedebeginn" ist derjenige Punkt, bei welchem der erste Tropfen vom Kühlerende des Englerschen Apparates abfällt. Die Fraktionierung ist im allgemeinen volumetrisch vorzunehmen.

IV. Raffinationsgrad.

a) Die Säurebestimmung ist unter Auflösen des Petroleums in Alkoholäther in bekannter Weise titrimetrisch mit wenigstens 100 cm^3 Öl auszuführen.

b) Außerdem ist bei russischem Petroleum die Natronprobe, wie sie in Muspratts technischer Chemie 1898, S. 2234 beschrieben ist, vorzunehmen. Bei positivem Ausfall der Probe ist die Gegenwart von naphtensauren Salzen durch die Aschenprobe unter Veraschung von 1 l Öl, das zuächst bis auf einen kleinen Rest (ca. 30 cm^3) destilliert wird, festzustellen.

c) Beim Schütteln gleicher Teile Petroleum und Schwefelsäure vom spezifischen Gewicht 1·75 soll letztere sich nur sehr wenig färben.

d) Zur Bestimmung ungesättigter Kohlenwasserstoffe dient das Verfahren der Schüttlung mit Schwefelsäure 1·83.

V. Schwefelgehalt.

Die Schwefelbestimmung ist quantitativ auszuführen und erfolgt nach der Methode Heußler, Zeitschr. f. angewandte Chemie 1895, 285; Engler, Chem. Ztg. 1896, S. 1897.

Digitized by Google

VI. Brennversuche.

Als Lichteinheit gilt das geeichte Hefnersche Amylacetat-Lämpchen.

Für genaue photometrische Versuche dient der Lummer-Brodhunssche Photometerkopf; für sonstige Untersuchungen ein Fettfleck-Photometer.

Als Versuchslampen sind im allgemeinen 14''' Rundbrenner, für Öle, welche zur vollkommenen Verbrennung einer größeren Luftzufuhr bedürfen, die Reformrundbrenner (Schuster-Baer) zu verwenden. Die Brenndauer soll im allgemeinen 6 Stunden betragen, die Flamme ist im Laufe der ersten Viertelstunde auf die größtmögliche Höhe einzustellen, dann eine Viertelstunde vor der ersten Photometrierung nochmals hochzuschrauben und alsdann vollständig unreguliert weiterhin sich selbst zu überlassen. Die photometrischen Ablesungen sollen im allgemeinen nach 2 Stunden und dann zum Schluß vorgenommen werden. Die Dochtkruste ist sorgfältig abzuheben und zu wägen. Für jedes Versuchsöl ist ein frischer Docht anzuwenden. Im allgemeinen wird der Gesamtverbrauch des Öles bestimmt durch Wägen der Lampe vor Beginn und am Schlusse der Brennversuche. Außer der mittleren Lichtstärke und dem Gesamtverbrauch ist auch der Verbrauch pro Kerzenstunde anzugeben. Um ein Urteil über die gleichmäßige Zusammensetzung des Öles vor und nach dem Brennen zu erlangen, ist außer der gewöhnlichen Destillationsprobe noch derjenige Teil des Petroleums auf spezif. Gewicht und Siedegrenzen zu untersuchen, welcher nach dem Verbrennen der Hälfte des Öles in der Lampe zurückbleibt.

B. Gasöl.

Bestimmungen des spezifischen Gewichts, des Flüssigkeitsgrades, des Flammpunktes im Pensky-Martens sind wie beim Schmieröl vorzunehmen.

Die Destillationsprobe ist wie beim Petroleum auszuführen, wobei jedoch die Fraktionen von 50 zu 50° aufzufangen sind.

Das Erstarrungsvermögen wird in üblicher Weise im Reagenzglas bestimmt.

Zur Kreosotbestimmung werden 100 cm^3 Öl mit 100 cm^3 Lauge von 6°Bé bei gewöhnlicher Temperatur 5 Minuten geschüttelt. Die Volumenabnahme gibt den Kreosotgehalt an.

Digitized by Google

Der Schwefelgehalt wird nach Carius oder nach Gräfe (Zeitschrift für angewandte Chemie XVII, Heft 19) bestimmt.

Die Bestimmung des Vergasungswertes soll im allgemeinen nur durch Apparate in betriebsmäßigen Abmessungen erfolgen. Die Vergasungsergebnisse eines Öles gelten nur für den Apparat und die Betriebsweise, mittels derer sie erzielt worden sind

Die Lichtstärke ist auf einem Brenner von 35 l Stundenkonsum zu bestimmen. Die Messungen sind wie beim Petroleum auszuführen und der Gasverbrauch mit einer geeichten Gasuhr zu messen.

C. Putzöl.

Als solches wird die auf der Grenze zwischen Leuchtöl und Gasöl stehende Fraktion angesehen.

Spezifisches Gewicht, Flüssigkeitsgrad und Flammpunkt im Pensky-Martens dienen als Identitätsproben und sind wie beim Schmieröl zu bestimmen; die Destillationsprobe wird wie beim Gasöl ausgeführt.

D. Benzin.

Die Bestimmungen des spez. Gewichtes erfolgt wie bei sonstigen Mineralölen. Für die Destillationsprobe ist im allgemeinen der gläserne Englersche Apparat wie bei Petroleum zu empfehlen. Der Raffinationsgrad ergibt sich aus Farbe, Geruch und dem Verhalten gegen konzentrierte Schwefelsäure.

Chemische Prüfungen: Für die qualitative Prüfung auf Steinkohlenteer-Benzin (Benzol) dient das Lösungsvermögen gegenüber einem mit Petroleumbenzin ausgewaschenen Asphalt (Holde, S. 185—186); die quantitative Prüfung hierauf geschieht durch Feststellung der in rauchender Schwefelsäure löslichen Anteile.

Auf Schwefelkohlenstoff ist durch Überführen in xanthogensaures Kalium zu prüfen, auf Terpentinöl durch die Bromreaktion oder durch Überführen in die Nitrosylchloride. Hochsiedende Produkte (Fettgehalt) bestimmt man durch Verdunstenlassen von 100 cm^3 Benzin auf dem Wasserbade in gewogener Schale und Wägen des Rückstandes.

E. Paraffin.

Unter Paraffin sind feste Kohlenwasserstoffe von der Destillation bituminöser Rohmaterialien zu verstehen. Spez. Gewicht. Die

Digitized by Google

Bestimmung des spezifischen Gewichtes dient hauptsächlich als Identitätsprobe und kann mittels der Alkoholschwimmethode bei Zimmerwärme oder bei 100° mit der Mohrschen Wage vorgenommen werden.

Der Erstarrungspunkt wird entweder nach Shukoff (Chem. Ztg. 1901, 1111) oder mittels der Halleschen Methode (Böckmann-Lunge, chem. techn. Untersuchungsmethoden 3, 153, 1900) festgestellt. Daneben kann auch im Kapillarrohr der Anfangs- und Endpunkt des Schmelzens ermittelt werden. Der Gehalt an Paraffin ist in der von mechanischen Verunreinigungen und Wasser befreiten Probe nach Holde (Holde, Seite 21) zu bestimmen.

F. Paraffinkerzen und Mischkerzen.

Hierbei kommt in Betracht:

1. Die Prüfung des Materials, aus dem die Kerzen hergestellt sein sollen, und

2. das Verhalten der Kerzen beim Gebrauch.

ad 1) ist erforderlich die Feststellung des Erstarrungspunktes, die Prüfung auf verseifbare Bestandteile, die Bestimmung des nicht verseifbaren, eventuell Prüfung auf Gehalt an Methyl-Aethyl-Amylalkohol-Azeton sowie auf Anwesenheit von Aniliden.

ad 2) ist der Leuchtwert festzustellen und die Biegeprobe vorzunehmen.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XV

ZUM STUDIUM DER PRÜFUNGSVERFAHREN DES KAUTSCHUKS.

Von **E. Camerman,** Brüssel.

Seit dem Brüsseler Kongreß 1906 haben die chemisch-analytischen Prüfungsverfahren des Kautschuks keine wesentliche Änderung erfahren. Die damals vom Präsidenten der Kommission 35 angeführten Verfahren behalten ihre Geltung.

Interessante Beobachtungen bezüglich der Analyse des Kautschuks finden sich in folgenden Stellen:

Herbst, „Gummikalender" 1908. — „Le Cautchouc et la Gutta Percha", Paris Nr. 49, 51 und 53 vom Jahre 1908.

Schwartz, ebenda, Nr. 42 und 43 vom Jahre 1907 und vor allem Rudolf Ditmar: „Die Analyse des Kautschuks, der Guttapercha, Balata und ihrer Zusätze", Wien und Leipzig 1909.

Den wertvollsten Beitrag zur Lösung der Aufgabe 35 bildet die Arbeit von Pierre Breuil über die mechanische Prüfung des Kautschuks.

Diese interessante Studie ist in den Ergänzungsheften zu den Kongreßberichten in französischer Sprache vollständig veröffentlicht.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XV1

DIE MECHANISCHEN PROBEN DES KAUTSCHUKS UND DER GEWEBE.

Von **Pierre Breuil**, Paris.

Übersetzt von Ing. J. Fleischmann, Wien.

Auszug.[1])

Der Autor hat es für nützlich gehalten, jenen, die sich für die mechanische Prüfung des Kautschuks und der Kautschukgewebe interessieren, zwei Apparate vorzuführen, welche die Vornahme dieser Proben ermöglichen.

Der erste Apparat ist ein Dynamometer, mit dem die folgenden Proben durchführbar sind:

Zugproben im kalten oder warmen Zustande, einfache oder Alternativproben,

Druckproben im kalten oder warmen Zustande, einfache oder Alternativproben,

Alternativ-Biegeproben,

Prüfung auf Abnützung, auf Widerstand gegen Perforation, auf Plastizität.

Das Kraft erzeugende Element dieses Dynamometers ist eine Schraube, die, wenn es sich um statische Proben handelt, mit zwei Geschwindigkeiten betätigt werden kann und, wenn es sich um Alternativproben handelt, durch eine von einem Exzenter aus angetriebene Triebstange.

[1]) Der Originalbericht ist in den „Ergänzungsheften zu den Kongreßberichten" veröffentlicht.

Digitized by Google

Die Messung der Kraft erfolgt durch eine auf Druck beanspruchte Feder, deren maximale Setzung höchstens ein Drittel jener beträgt, bei welcher die Federwindungen aufeinander aufsitzen.

Mittels eines Stiftes, welcher den Deformationen der Feder folgt, kann auf einem Registrierzylinder ein Zug- oder Druckdiagramm gezeichnet werden. Die Bewegung des Zylinders wird durch einen Faden bewirkt, der den Dehnungen oder Verkürzungen des Versuchsstückes zu folgen gezwungen ist. Die Zug- oder Druckproben lassen sich im kalten bezw. warmen Zustande der Versuchsstücke durchführen, indem die Stücke in entsprechende, mit kalter oder warmer Flüssigkeit gefüllte Gefäße eingelegt werden.

Zur Durchführung der Alternativ-Biegeproben klemmt man das Probestück zwischen den Klemmbacken des Dynamometers und biegt die Stücke mit Hilfe einer Exzenterstange mit variabler Exzentrizität alternativ nach beiden Seiten der Achse.

Behufs Durchführung der Abnützungsproben wird die Exzenterscheibe des Apparates mit einem Holzring, dessen Oberfläche mit Schmirgelpapier belegt ist, ausgerüstet und das Probestück an diesen Ring mit einem bestimmten, durch einen einfachen Hebelmechanismus hervorgerufenen Druck angepreßt.

Die auf Abnützung zu prüfenden Stücke sind an der Klemmbacke des Dynamometers befestigt und in Verbindung mit der zur Kraftmessung dienenden Feder; die ersteren üben daher einen Zug auf diese Feder aus; dieser Zug, bezogen auf den Druck, mit welcher das Probestück an die Schmirgelfläche gedrückt wird, gibt den Reibungskoeffizienten des erprobten Materiales.

Mittels eines Druckhebels kann die Perforation von Kautschukstreifen, die zwischen den Klemmen des Apparates eingespannt werden, erfolgen; schließlich läßt sich mit Hilfe einer einfachen Anordnung eines Zylinders und eines Kolbens, die man zwischen die Druckplatten der Maschine stellt, die Plastizität (Formbarkeit) der Stoffe im weichen Zustande bestimmen, indem die letzteren in den Zylinder eingeschlossen und gezwungen werden, durch eine am Boden des Zylinders befindliche Öffnung durchzugehen.

Der zweite Apparat hat den Zweck, das Maß der Elastizität geschmeidiger oder harter Körper, sowie die Härte geschmeidiger Körper zu bestimmen. Er enthält einen kleinen Schraubstock zwischen den Klemmen, in welchen das Versuchsstück eingespannt wird. Auf dem oberen Klemmbacken des Schraubstockes läßt sich

Digitized by Google

eine graduierte Glasröhre einschrauben, die in ihrem oberen Teile einen Verschluß nach Art der photographischen Apparate trägt.

Auf diesen letzteren wird eine Stahlkugel von 5 mm oder 10 mm Durchmesser gelegt, die, sobald man den Verschluß öffnet, frei auf das Probestück fällt. Das Verhältnis der Höhe, bis zu welcher die Kugel zurückspringt, zu der ursprünglichen Fallhöhe gibt ein Maß der Elastizität des Probestoffes.

Der beschriebene Apparat ist ebenso gut für harte Stoffe (Metalle oder andere) wie für weiche verwendbar.

Wird an Stelle der Glasröhre eine mit Feder und Stift ausgestattete Messingröhre eingeschraubt, so kann man durch Eindrücken des Stiftes in den weichen Körper und Messen der Kraft (mit Hilfe der Feder), welche den gegebenen Eindruck hervorgerufen hat, ein genaues Bild der Härte des Stoffes gewinnen.

Der Autor hat mit den beiden vorbesprochenen Apparaten sehr zahlreiche Proben durchgeführt, die im Originalberichte wiedergegeben sind und die hier nicht neuerlich besprochen werden können.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vᴱ CONGRÈS INTERNATIONAL POUR L'ESSAI DES MATÉRIAUX, COPENHAGUE 1909.

V. INTERNATIONALER MATERIALPRÜFUNGS-KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

Vᵀᴴ INTERNATIONAL CONGRESS FOR TESTING MATERIALS, COPENHAGEN 1909.

XV1

Supplément, — Ergänzungsheft. — Supplement.

LES ESSAIS MÉCANIQUES DU CAOUTCHOUC ET DES TISSUS.

Par M. **Pierre Breuil** Paris.

Nous avons eu l'occasion d'attirer l'attention sur l'importance très grande que présentent les essais mécaniques du caoutchouc, pour l'appréciation des propriétés de cette substance fort chère et de plus en plus répandue.

Nous ne reviendrons pas sur ce sujet. Le but de cette note est de faire connaître deux appareils que nous avons imaginés pour la mise en évidence de ces propriétés.

Nous avons voulu en les créant répondre aux voeux exprimés au Congrès de Bruxelles, de voir l'étude du caoutchouc, se continuer et se perfectionner, de façon à faire ressortir les qualités vraiment remarquables de cette matière.

L'un de ces appareils est un dynamomètre spécial apte à pratiquer de nombreux genre d'essais, l'autre un petit instrument répondant à un but plus modeste.

Voici en quoi consistent ces appareils.

I. Dynamomètre universel.

Le dynamomètre est horizontal. Il comprend une table en fonte p sur laquelle se trouvent les deux organes principaux: l'appareil pour produire les efforts et l'appareil pour les mesurer. (fig. 1.)

Digitized by Google

a) Appareil de mesure des efforts. On a cru bon de laisser de côté les leviers de balance, qui sont fort encombrants et ne sont pas plus précis que le ressort d'acier spécial qui a été adopté.

Dans le dynamomètre, le ressort a est sollicité à s'écraser contre une petit traverse t, grâce à une tige qui passe dans son axe, et qui porte une des mâchoires e d'amarrage des pièces à essayer. Sur cette tige est serré, entre deux écrous, un doigt b, qui entraine une crémaillère j, laquelle fait tourner un pignon à axe vertical k. Sur l'axe de ce pignon est fixé une aiguille l qui se déplace devant une graduation m.

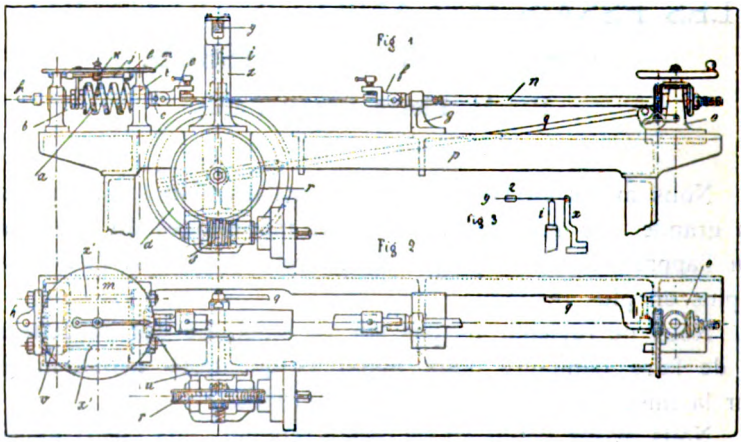


Fig. 1.

Lorsque la pièce se casse, le ressort se détend, mais laisse l'aiguille l à la place où elle se trouve, et par suite on peut lire toujours exactement la charge de rupture.

Tout apparail de mesure doit absolement être vérifié de temps à autre.

Pour assurer cette vérification, le ressort de mesure est monté entre deux colonnettes x' x' qui réunissent les deux petites traverses. La traverse de bout porte un piton h, et l'ensemble du ressort et des deux traverses peut être déboulonné de l'appareil. En suspendant le tout à un crochet par le piton h, et en accrochant des poids

Digitized by Google

marqués à la mordache e, on peut donc vérifier en tout temps l'appareil de mesure des efforts du dynamomètre.

b) Appareil producteur des efforts. La pièce à essayer (à la traction par exemple) est amarrée dans les deux mordaches e et f, comme l'indique la fig. 1. Cette dernière mâchoire est reliée à un coulisseau qui lui-même est réuni à un autre coulisseau o par une vis n. Cette vis est commandée à deux vitesses; à la plus grande vitesse (quand on veut opérer vivement) au moyen du volant horizontal porté par l'appui o; ce volant commande la vis par un renvoi d'angle; à la plus petite vitesse (quand il y a de grands efforts à développer) au moyen d'une vis tangente commandant le pignon situé sur l'avant de l'appui o.

c) Appareil oscillatoire. Les deux pièces g et o peuvent être bloquées ou débloquées à volonté sur la table. On remarquera en outre, que sur la partie inférieure de o vient s'attacher une bielle q qui est commandée par une roue à excentrique. Si donc on libère les deux coulisseaux g et o, et qu'on mette en mouvement cette roue excentrique, on pourra exercer sur la pièce en essai une série de tractions répétées. On pourra faire varier l'amplitude des déplacements en faisant varier la position du bouton de manivelle de l'excentrique de la roue.

La roue excentrique est portée à l'extrémité d'un axe horizontal sur l'autre extrémité duquel est claveté un pignon r, que commande une vis tangente s; sur l'axe de cette dernière est placé un petit cône à trois étages, capable de donner des vitesses variables, et un petit moteur quelconque (électrique de préférence) peut actionner l'ensemble au moyen d'une courroie.

Une manivelle peut d'ailleurs servir au même usage.

d) Essais de traction à des températures variées. Pour effectuer des essais de traction à la température ordinaire, on amarre les pièces entre les deux mordaches. Ces mordaches ont des stries à profondeur croissante, depuis leur extrémité jusqu'au fond, pour ne pas couper les tissus et les caoutchoucs; on peut disposer d'ailleurs, d'autres amarrages, quand il s'agit d'essayer des corps durs, tels que l'ébonite, les fils d'acier; on se sert alors d'amarrages à coins striés. Pour les cordelettes en chanvre on se sert de petits tambours, toutes précautions absolument indispensables pour obtenir des résultats corrects.

Digitized by Google

Quand on veut essayer les diverses pièces à la traction à une température autre que l'ambiante, on place ces pièces dans une cuve contenant un liquide qui peut être réchauffé ou refroidi. Les mordaches sont alors coudées, pour passer par dessus le bord de la cuve.

La fig. 2 représente le dynamomètre installé pour faire un essai de traction sur un tissu ou un caoutchouc.

La figure représente, insuffisamment d'ailleurs, le montage de l'appareil enregistreur. Un fil fin jeté entre des pointes solidaires des deux mâchoires et qui suivent l'extension de la bande

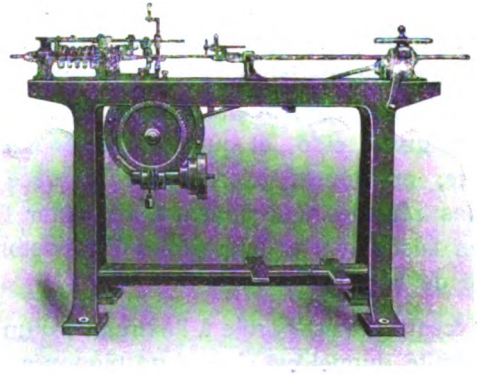


Fig. 2.

entre deux repères, passe sur le petit support qui se trouve à l'aplomb du tambour et de là va commander ce dernier.

Le traçoir porte-crayon est entraîné par un doigt solidaire de la mordache de traction attachée au ressort du mesure et inscrit suivant les génératrices du tambour les compressions de ce ressort, et par suite, les efforts développés. Le diagramme est ainsi tracé automatiquement.

e) Essais de compression a diverses temperatures. — On effectue les essais de compression avec le dynamomètre en montant entre les mordaches e et f un appareil dit „de reversion“ qui comprend quatre plateaux accouplés deux par deux

Digitized by Google

et disposés de telle façon que lorsque les plateaux exterieurs s'écartent l'un de l'autre, les plateaux médians, eux, se rapprochent. On dispose les pièces à comprimer entre ces deux derniers plateaux.

Ces essais peuvent être faits à diverses températures, dans les mêmes conditions que ceux de traction, et sur toutes sortes de corps.

La figure 3 représente le dynamomètre monté pour ces essais de compression.

La forme coudée des pièces d'attache de cet appareil de réversion aux mordaches du dynamomètre a été adoptée pour pouvoir faire des essais de compression à chaud. La cuve qui

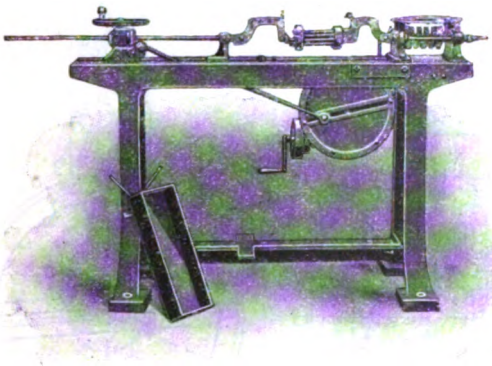


Fig. 3.

sert à ses essais munie de ses rampes à gaz est appuyée à l'un des pieds de l'appareil. La bielle et la roue excentrique permettent de faire ces essais de compression d'une façon réitérée.

Sur le banc du dynamomètre, on remarquera le petit piston et le cylindre utilisé pour les essais de corps plastiques, dont il est question ci-après.

On peut tracer des diagrammes de compression comme des diagrammes de traction.

L'enregistreur a été enlevé pour les besoins de la photographie.

f) Essais de plasticité. Les matières plastiques employées dans l'industrie sont légion; on en connait parfaitement la con-

Digitized by Google

stitution chimique; mais quand il s'agit de ce qui fait leur particularité, la plasticité, on n'est en possession de presque aucun document. Le dynamomètre permet de mesurer avec précision la plasticité des corps mous. Pour cela on enferme ceux-ci dans un petit cylindre obturé sur son fond par un bouchon percé d'un trou. Sur le corps mou (cire, mélange plastique, etc.) on appuie un piston qui se monte à frottement doux dans le cylindre, et on note sous quel effort le corps mou s'écoule à travers l'orifice du bouchon et quelle quantité de matière peut s'écouler dans un temps donné. Pour faire l'essai, le dispositif est monté dans le

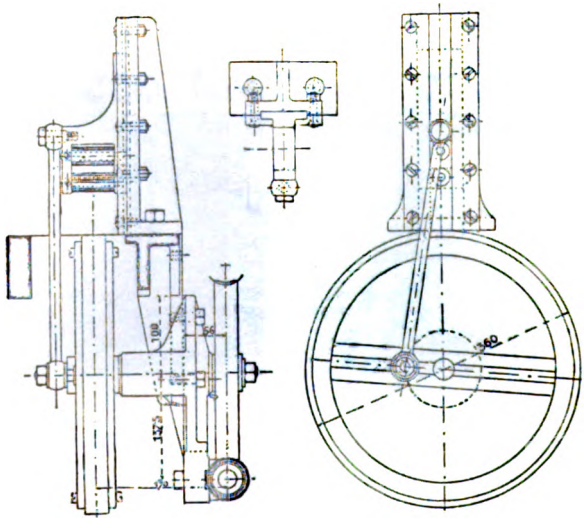


Fig. 4.

petit appareil de reversion, comme pour la compression. L'essai de plasticité peut être effectué à froid ou à chaud.

g) Essais des flexions réitérées. Le travail auquel certaines pièces sont soumises en service est non seulement le fait de sollicitations lentes, mais surtout de sollicitations répétées.

Le dynamomètre est pourvu de tout ce qu'il faut pour faire des essais avec tractions, compressions et flexions répétées. Nous avons donné plus haut une description succinte de l'appareillage pour traction et compression; celui relatif à la flexion est un peu différent.

Digitized by Google

Prenons une couche de tissu dans un pneumatique, par exemple, et voyons comment elle se comporte à l'usage. D'abord, le tissu est tendu par la pression de l'air de la chambre à air, ensuite dans le jeu du fonctionnement du pneu, ce tissu aura des flexions répétées à subir.

Il est donc capital de se rapprocher de ces modes de sollicitations combinées quand on a un tissu de pneu à vérifier.

Le dynamomètre le permet aisément. Pour cela, le tissu (ou n'importe quelle pièce, caoutchouc, corde, tôle mince, etc) est d'abord tendu à une tension connue au moyen des mâchoires ordinaires de traction e et f du dynamomètre.

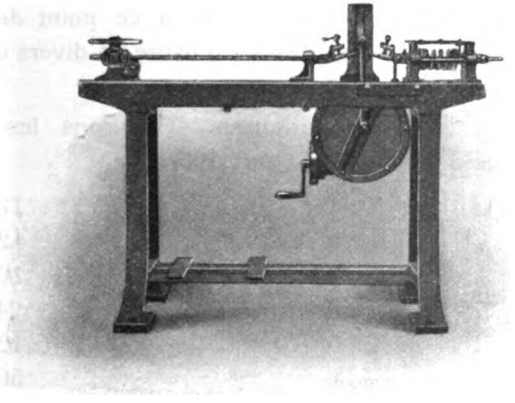


Fig. 5.

D'autre part, sur le bâti du dynamomètre est placée une colonnette portant un coulisseau muni de 2 galets entre lesquels passe la bande de tissu à fléchir (voir fig. 4). Ce coulisseau est mû alternativement de part et d'autre de l'axe de la bande de tissu (ou d'un seul côté de cet axe seulement à volonté) au moyen d'une petite bielle commandée par la roue excentrique dont on a déjà parlé. On peut ainsi faire fléchir la bande de quantités connues, et noter le nombre de flexions qu'elle peut supporter pour être rompue.

On remarquera que les mordaches e et f de l'appareil sont montées sur des axes horizontaux qui permettent l'oscillation de la bande dans des conditions absolument précises.

Digitized by Google

On peut, avec ce dispositif, voir à quelles variations d'efforts dans la bande déjà tendue correspond une déformation de cette bande. On peut faire varier la vitesse et l'amplitude des déformations tout comme dans les essais déjà cités.

La figure 5 montre le dynamomètre équipé pour faire les essais de tissus ou autres corps aux flexions répétées. Dans ce cas on servira d'une bielle spéciale.

h) Essais d'usure et détermination du coefficient de frottement. Une des particularités du dynamomètre est relative à la possibilité de déterminer avec lui l'usure et le coefficient de frottement des caoutchoucs, et aussi des tissus, bois, métaux, etc.

Pour montrer combien des caoutchoucs servant à un même usage peuvent différer l'un de l'autre à ce point de vue, nous nerons quelques résultats d'essais d'usure de divers caoutchoucs pneus.

Pour mieux les comparer nous évaluerons les usures en res rapportés à une usure type: 100

Caoutchouc N°	1	130.
„ „	2	125.
„ „	3	102.
„ „	4	246.
„ „	5	120.
„ „	6	501.
„ „	7	285.
„ „	8	58.
„ „	9	137.

Ces résultats ont été établis avec une même meule tournant dans chaque essai à la même vitesse et les caoutchoucs étant pressés contre elle avec la même surface et la même pression.

Voici comment on procède pour cette détermination.

On place sur la table du dynamomètre une colonnette portant un dispositif de levier gradué du premier genre sur lequel se déplace un curseur auquel un poids marqué peut être suspendu. Ce levier appuie sur une tige verticale guidée exactement dans la colonnette, et portant à sa partie inférieure un grain qui lui-même vient presser sur la pièce à user. (Voir fig. 6.)

Cette pièce peut être quelconque; quand c'est un corps mou ou long, on l'amarre entre les deux mordaches et f, on le tend

Digitized by Google

avec la tension qui convient et on presse dessus le grain de la tige précitée.

D'autre part, on munit la jante de la roue excentrique d'une couronne useuse amovible, et on fait le contact entre le dessous de la bande à user et la couronne useuse. La roue excentrique vient user l'échantillon, qui sera un tissu, une bande de caoutchouc, une baguette d'ébonite ou une bande métallique, dans des conditions de vitesse et de surface frottante variables à volonté.

Mais le levier d'application du grain nous indique la pression sous laquelle l'usure est faite; cette pression est un facteur très influent pour l'usure, et cette usure est qualifiée par la perte de poids de la matière essayée après un certain nombre de tours de roue.

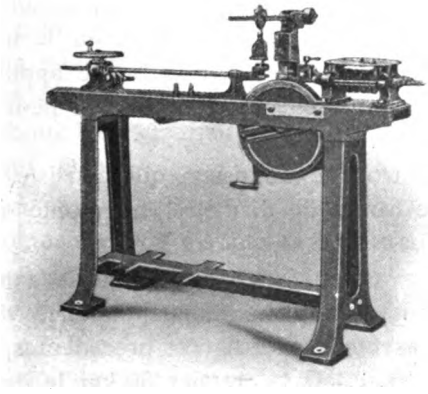


Fig. 6.

Le coefficient de frottement de la matière essayée est facile à déterminer.

En effet, sous l'action de la couronne frottante, la bande tend à tirer sur le ressort du dynamomètre; la variation de tension provoquée par cette action sera lue immédiatement sur l'appareil et, rapportée à la tension initiale subie par la bande elle donnera le coefficient de frottement de celle-ci.

La jante peut être recouverte d'une toile émeri ou de tout autre produit useur.

Le grain qui appuie sur le tissu peut facilement s'enlever. Il est galbé à la courbure de la roue excentrique, de sorte qu'on connait exactement la surface pressée.

Digitized by Google

La perte de poids des échantillons en fonction du nombre de tours de roue est facile à établir.

Quand on veut user des corps durs, tels que du cuir, de l'ébonite, des métaux, etc., il suffira de les coller sur un tissu souple qu'on amarrera aussi entre les mâchoires. Bien entendu, dans ce cas, on se souciera moins ou pas du tout de la tension préalable de l'échantillon.

i) Essais de trouage des tissus ou corps mous. Il ets facile de comprendre qu'une bande de tissu ou de caoutchouc tendue comme pour l'usure peut être perforée ou tranchée sans difficultés si l'on dispose, à l'extrémité de la tige de pression, une aiguille, une pointe ou un couteau; et d'une part, on peut effectuer ce genre d'essais sur une bande tendue dans des conditions connues et avec une mesure précise de la pression de perçage; et d'autre part, on peut faire la perforation ou le tranchage sur la bande libre et non appuyée ou sur la bande appuyée sur la roue excentrique. On se rapproche ainsi de ce qui peut se passer dans plusieurs cas de la pratique.

L'appareil de trouage de tissus qui consiste en une petite bille ou sphère de 3 mm de diamètre, se monte à la place du grain précité.

Le ressort servant à la mesure des efforts dans l'appareil est facilement amovible et peut être d'une puissance variée. Dans le dynamomètre représenté par les figures precédentes, on dispose de trois ressorts qui mesurent: le premier 50 kg, le deuxième 200 kg, le troisième 1000 kg. La sensibilité de l'appareil est ainsi variable à volonté et suivant les cas, on peut s'en bien trouver.

Bien entendu il y a une graduation pour chaque ressort sur le cadran de l'appareil, et la même aiguille permet de lire sur les trois échelles, grâce à une alidade munie d'un réticule qui termine cette aiguille.

II. Elasto-duromètre.

Quand il veut apprécier la dureté ou la souplesse du caoutchouc le praticien enfonce son ongle dans ce caoutchouc ou le mord. On conçoit que ces procédés soient dénués de précision. Quand il veut apprécier l'élasticité du caoutchouc le praticien le jette sur une table ou sur le sol et mesure la hauteur à laquelle il rebondit. Ces méthodes ne donnent aucune valeur chiffrée

Digitized by Google

utilisable. L'appareil dont il est question ci-après, dénommé «Elasto-duromètre» permet de les remplacer avantageusement.

Pour mesurer l'élasticité du caoutchouc, on laisse tomber sur ce caoutchouc une bille d'acier trempé, par suite indéformable, et on mesure à quelle hauteur elle rebondit. Plus le caoutchouc aura une élasticité parfaite, plus la bille tendra à s'élever à une hauteur proche de la hauteur de chute. Le rapport de ces deux hauteurs $\frac{\text{hauteur de rebondissement}}{\text{hauteur de chute}}$ pourra donc, jusqu'à un certain point, qualifier la perfection de l'élasticité du caoutchouc ou de la substance essayée.

Mesure de la dureté. Si, au lieu de se servir de la dent et de l'ongle, on emploie une pointe d'acier, et qu'on enfonce progressivement cette pointe dans le caoutchouc, en mesurant correctement sa pénétration en millimètres et les efforts correspondants, on aura évidemment un moyen précis de déterminer la dureté du caoutchouc bien supérieur à celui du toucher, qui dépend de la personne qui opère.

Disposition de l'appareil. L'appareil comprend une plaque de base montée sur trois vis calantes, et portant une colonnete méplate sur laquelle peut se déplacer, au moyen d'une forte vis, un coulisseau portant lui-même un plateau spécial.

Ce plateau est percé d'un trou fileté, dans lequel on peut visser, à volonté, soit le dispositif pour l'essai de rebondissement, soit celui pour l'essai de dureté.

Quand on veut faire un essai d'élasticité, on visse un tube en verre transparent qui porte une graduation, et est muni, à sa partie supérieure, d'un iris de photographe. Cet iris peut s'ouvrir avec tous les diamètres d'ouverture depuis 3 jusqu'à 15 millimètres.

On règle la verticalité du tube au moyen des trois vis calantes, et d'un niveau à bulle d'air placé sur la platine porte-tube. On serre la pièce à choquer entre cette platine et la plaque de base, qui porte un plateau monté sur rotule sphérique; on place une bille sur l'iris, et on fait tomber cette bille en ouvrant doucement cet iris. La chute de la bille est ainsi parfaitement verticale. On lit la hauteur à laquelle sa partie inférieure remonte; C'est la seule mesure à faire. On peut répéter l'essai en dégageant la bille par une des deux petites ouvertures ménagées latéralement

Digitized by Google

dans la platine porte-tube. Une petite cuvette, disposée dans la plaque intérieure, permet de recevoir la bille.

La figure 1 représente l'appareil prêt pour cet essai d'élasticité, et serrant une pièce entre ses plaques. L'épaisseur des échantillons à essayer peut atteindre 50 millimètres

Avec cet appareil on peut essayer toutes les matières pourvu qu'on puisse y dresser une surface plane. Il

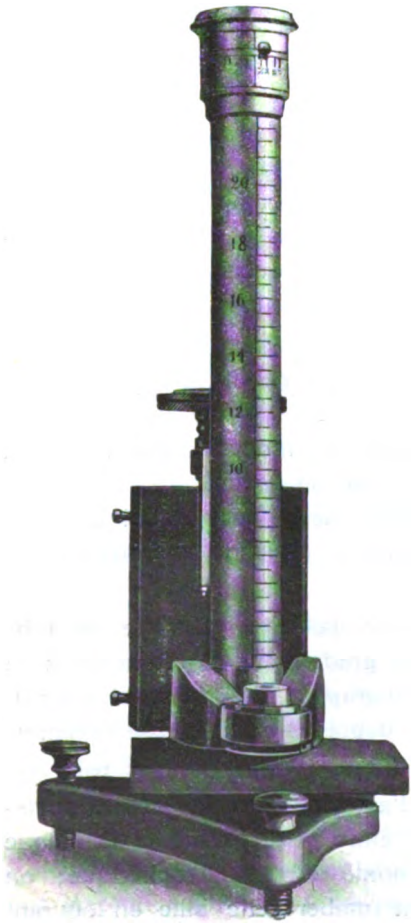


Fig. 1.
Elasto-duromètre disposé pour les essais d'élasticité.

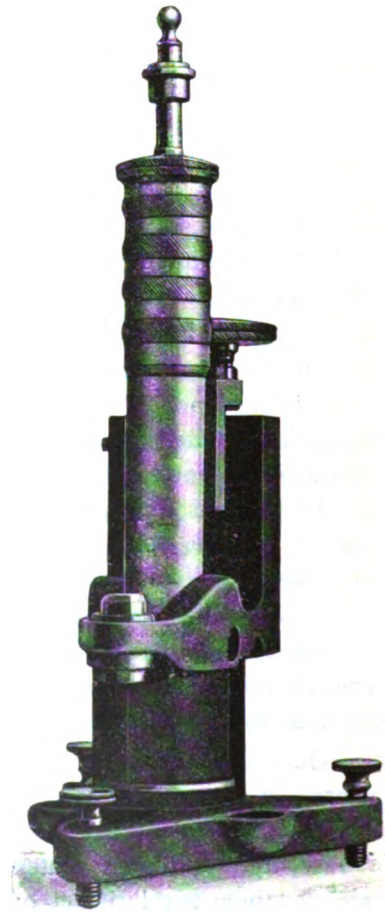


Fig. 2.
Elastro-duromètre disposé pour les essais de dureté.

Digitized by Google

convient pour les métaux, les bois, le cuir, les pierres et matériaux quelconques.

On a imaginé déja des appareils similaires, mais l'appareil ici décrit a l'avantage de ne laisser choir la bille que sur des échantillons parfaitement serrés, par suite incapables de se déplacer pendant le choc; le déplacement qui se produit avec des appareils mal conçus, trouble complètement la mesure.

L'appareil a une grande sensibilité et une grande régularité: c'est-à dire que pour une même matière et une même hauteur de chute les hauteurs de rebondissement sont toujours les mêmes.

Le dispositif pour la mesure de dureté comprend un tube D en laiton, Fig. 2 u. 3 qu'on visse dans la platine supérieure à la place de du tube en verre précédent. Dans ce tube est logé un ressort à boudin qui vient s'appuyer d'une part sur l'embase V d'une tige A, et d'autre part sur une pièce C, qui se visse sur le tube D. La tige A porte une graduation à sa partie supérieure, et cette graduation sert à mesurer la quantité dont la pièce C se déplace par rapport au tube D, lors qu'on visse les deux pièces l'une sur l'autre; mais on mesure évidemment de cette façon la quantité dont s'est écrasé le ressort, par suite, si ce ressort a été étalonné, on connaît l'effort qu'il supporte.

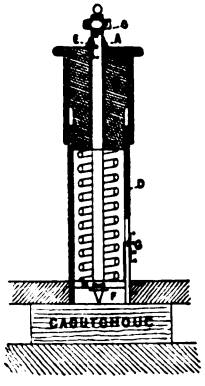


Fig. 3.

L'embase B de la tige A porte une pointe F qui, sous l'effet de la pression du ressort, pénètre dans la matière dont on veut déterminer la dureté; comme cette embase est munie d'un index à vernier G qui se déplace, au fur et à mesure de l'enfoncement de la pointe F dans le corps, devant une graduation tracée sur le tube D, on connaît de suite, pendant tout le cours d'une expérience, les pénétrations de la pointe dans la matière en dixièmes de millimètre. On a donc les deux caractéristiques de l'essai, les efforts et les enfoncements de la pointe qu'ils provoquent. Un écrou G, placé sur le haut de la tige A, qui est filetée, empêche cette tige de tomber quand le dispositif est démonté. (Fig. 2 et 3.)

L'échantillon à pénétrer est serré entre les deux plateaux de l'appareil, exactement comme on l'a dit pour les essais de rebon-

Digitized by Google

Marque des échantillons	Composition des mélanges			Temps et temperature de vulcanisation	Épaisseur des échantillons	Essais d'élasticité		Essais de dureté		Observations
	gomme %	soufre %	adjuvants		mm	Hauteur de rebondissement de la bille mm	Rapport de la haut. de rebondissement à la hauteur du chute %	Enfoncement E de la pointe en mm	Efforts F en kilos pour cet enfoncement	P / E
A	97,0	3,0	Néant	3 h. 15' à 130°	5	102	40,5	4	2,400	0,60
B	96,0	4,0	»		5	140	56,0	4	1,800	0,45
C	97,0	3,0	»		5	135	54,0	4	1,560	0,39
D	96,0	4,0	»		5	122	48,5	4	1,680	0,42
E	62,0	6,0	32 de factices	1 h. 20' à 135°	5,5	96	38,5	4	1,920	0,48
F	87,0	13,0 (soufre doré)	32 » »	2 h. 45' à 135°	6,0	130	52,0	4	2,700	0,67
G	76,0	11,0% (soufre doré)	13% (charge)		4,8	122	49,0	4	4,200	1,05
H	48,0	16,0% » »	36% (factices)	2 h. à 135°	5,0	82	32,8	4	3,000	0,75
I	48,0	6,0	46,0 (charge)	1 h. 30' à 126°	5,0	100	40,0	4	6,600	1,65
J	48,0	6,0	46,0 »		5,0	88	35,2	4	7,800	1,95
K	50,0	3,0	47,0 »	1 h. 30' à 135°	5,0	92	36,8	4	6,000	1,50
L	27,0	2,0	71,0 »	1 h. 30' à 130°	4,5	85	34,0	3	14,400	4,80
M	10,0	2,0	43,0 (feutre enduit) 45,0 (charge)	1 h. 30' à 126°	4,5	60	24,0	0,8	14,400	19,00
Gomme à effacer. — Composition inconnue					10	125	41,5			
Gutta pure					10	98	39,3	1	13,800	13,80
Gutta de première qualité					15	170	68,0	0,6	11,200	22,40
Gutta bonne					15	150	60,0			

Empreintes permanentes — Pas d'empreintes permanentes

Digitized by Google

| | | |

dissement de la bille. Pour exécuter un essai, il suffit donc de visser la pièce C sur le tube D, de lire l'abaissement en millimètres de C sur la graduation de la tige A, de se reporter à un tableau de tarage du ressort, pour savoir à quel effort correspond cet écrasement du ressort. Enfin de lire la pénetration correspondante à chaque effort de la pointe F dans la matière sur la graduation à vernier, et on a une série de résultats du plus haut intérêt, comme on pourra en juger par ce qui suit:

Résultats obtenus avec l'élasto-Duromètre. Nous avons effectué une série d'essais d'elasticité et de dureté avec l'appareil. Pour les essais d'élasticité, nous nous sommes servis d'une bille d'acier de 5 millimètres de diamètre, qui tombait de 250 mm de hauteur. Un grand nombre d'échantillons nous ont servi, comme on le verra dans le tableau ci-contre; on a donné, pour la première série de ces échantillons, les résultats de la dureté en même temps que ceux de l'élasticité.

Pour l'évaluation commode de ces deux caractéristiques, on a calculé, d'une part, le rapport de la hauteur de rebondissement hr à la hauteur de chute hc de la bille, et d'autre part, le rapport de la pression à l'enfoncement maximum de la pointe dans les divers caoutchoucs.

On pourra juger, par l'examen des résultats du tableau, que le caoutchouc le plus souple n'est pas toujours le plus élastique.

Il n'y a pas forcément une relation entre ces deux facteurs: l'élasticité (ou du moins sa perfection) et la dureté; d'où la nécessité de les mesurer séparément.

On remarquera que le rapport $\frac{hr}{hc}$ ne dépasse guère 60% même pour les sortes de caoutchoucs vulcanisés les meilleures. Cela signifie que le caoutchouc, soumis à un choc, garde 40% du travail qu'il reçoit. Cette conclusion n'est pas opposée, au contraire, à ce que l'on sait de l'élasticité imparfaite de cette matière. C'est une chose que tout le monde connaît à l'heure actuelle, que l'irréversibilité des déformations du caoutchouc, et on reconnaîtra qu'il est interessant de montrer la perte de travail d'un caoutchouc au moyen d'un essai aussi simple que celui dû la bille.

On établit de suite, avec lui, ce qu'on pourrait appeler le rendement mécanique de caoutchouc.

Digitized by Google

Nous signalerons la sensibilité très grande de cette méthode, qui permet de voir, par exemple, comment la vulcanisation dans des conditions variées, a exercé ses effets sur un mélange de caoutchouc de première qualité. On pourrait vraisemblablement, au moyen de cet essai simple, faire des vérifications très rapides, pendant une vulcanisation importante, pour voir si l'on a réalisé les conditions optima de cuisson.

La pureté d'une gutta se décèle dans difficulté, comme on le verra dans le tableau.

Nous signalerons les résultats obtenus sur quatre sortes de caoutchoucs bruts, qui se différencient très bien l'une de l'autre. Bien que les essais de cette nature soient sans prétentions, parce qu'ils n'ont porté que sur des échantillons déjà anciens, ils sont encourageants tout de même; pour l'appréciation de ces caoutchoucs bruts il est facile de dresser au couteau, une surface unie, sur laquelle on ferait un essai d'élasticité et de dureté qui demanderait deux minutes, et vaudrait infiniment mieux que le vulgaire essai de tiraillement avec les mains ou de pénétration à l'ongle.

Essais de caoutchoucs et de tissus pour caoutchouc au moyen du dynamomètre.

Les essais ont porté sur des bandes qu'on a rompues sans précautions spéciales avec les mâchoires ondulées de l'appareil.

I. Essais des caoutchoucs.

On peut avec l'appareil constater l'influence de la nature de la gomme, du temps de vulcanisation et de la composition des mélanges sur les deux caractéristiques importantes de la traction des caoutchoucs: la charge et l'allongement à la rupture.

Nous avons pu établir les résultats suivants:

1. Quatre caoutchoucs, contenant la même proportion de gomme et de soufre, vulcanisés pendant le même temps se sont montrés très différents l'un de l'autre au point de vue de la ténacité (qualifiée par la charge de rupture) et de l'extensibilité (qualifiée par l'allongement à la rupture). Rien en apparence ne paraissait les différencier. D'où nécessité de les essayer.

2. Les caoutchoucs chargés ne sont pas inférieurs aux caoutchoucs contenant uniquement de la gomme et du soufre.

Un caoutchouc avait 76% de gomme et 13% de charge.

Digitized by Google

Un autre n'avait plus que 50% de gomme et 47% de charge, et cependant ces deux qualités s'allongeaient dix fois avant de se rompre, ce qu'on obtient difficilement avec les caoutchoucs à gomme pure; en outre la ténacité de ces deux caoutchoucs était trois à quatre fois plus grande que celle de ces derniers.

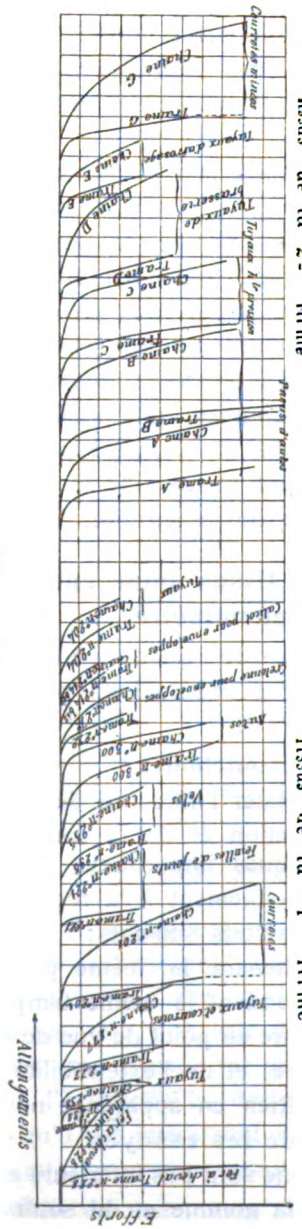
Seuls les essais étaient en mesure de nous renseigner à ce sujet.

Il semblerait d'aprés ces dernières constatations, que le caoutchouc chargé vaut mieux que le caoutchauc à gomme pure, il a en effet plus de ténacité et plus d'extensibilité que lui, par suite plus de force vive de rupture. Il lui paraîtrait donc très supérieur au point de vue du coût et des propriétés mécaniques.

Quiconque raisonnerait ainsi, serait victime d'une dangereuse illusion.

Nous ne devons pas oublier en effet que le caoutchouc doit être avant tout une substance qui restitue le plus complétement possible le travail mécanique (ou l'énergie qu'il reçoit). Il faillirait à sa tache, si étant susceptible d'une grande ab-

Diagrammes de traction de tissus divers essayés avec le dynamomètre.



Légende.

Dans le dessin original, les efforts étaient portés en ordonnées. Chaque millimètre représentait 1·500 kg. — Les allongements étaient portés en abscisses et représentaient les allongements réels des bandes essayées. — Chaque bande avait une largeur de 30 mm et la longueur entre mâchoires était de 120 mm. On a considérablement réduit le dessin au clichage.

Digitized by Google

sorption de travail, ce travail était dépensé pour provoquer une déformation permanente, persistante, de sa substance. Or, le caoutchouc chargé est inférieur au caoutchouc pur à ce point de vue; c'est là un fait démontré.

Il ne revient pas aussi complétement sur lui-même que ce dernier, il est doué d'hystérésis à un plus haut degré.

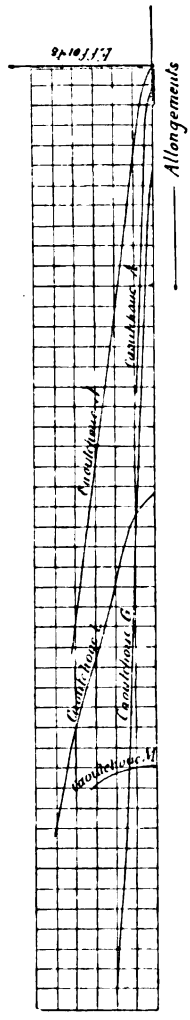
Il faut donc, quand on essaie un caoutchouc à la traction établir non seulement le diagramme de l'essai jusqu'à la rupture, mais aussi le diagramme de détente, pour quelques charges inférieures à la charge de rupture.

Le dynamomètre permet d'obtenir ces diagrammes automatiquement et par suite de déterminer le rendement mécanique du caoutchouc, et cela aussi bien à l'extension qu'a la compression.

On a reproduit dans la planche ci-jointe les diagrammes de quelques-uns des caoutchoucs essayés avec le dynamomètre; ces diagrammes sont tels que l'appareil les a enregistrés. Les bandes étaient de faibles sections c'est pourquoi ces diagrammes sont très aplatis, surtout lorsqu'il s'agit de caoutchoucs à grande extension.

On peut assez bien assimiler ces courbes à une ligne droite les erreurs que l'on commettrait de ce fait sont faibles. L'inclinaison de ces droites par rapport aux abscisses peut, jusqu'à un certain point, qualifier la dureté des caoutchoucs.

Diagrammes de traction de caoutchoucs divers essayés avec le dynamomètre.



Légende.

Dans le dessin original, les efforts étaient portés en ordonnées. Chaque millimètre correspondait à 1,500 kg. — Les allongements étaient portés en abscisses et représentaient les allongements réels des bandes essayées. — Les bandes avaient une largeur de 25 mm environ et la longueur entre mâchoires était de 42 mm. On a considérablement réduit le dessin au clichage.

Digitized by Google

Nous signalerons la courbe du caoutchouc M dont l'allure est très analogue à celle des corps compacts et mous, tels que les alliages de cuivre.

L'élasto-duromètre est apte à déterminer le rendement des caoutchoucs au moyen de la chute d'une bille sur les caoutchoucs.

Ce rendement est assez différent d'une sorte à l'autre et conformément aux déductions qui précèdent c'est le caoutchouc le plus chargé qui a le rendement le plus faible; il est aussi le plus dur.

Ces conclusions établissent la concordance des résultats du dynamomètre et de ceux de l'élasto-duromètre.

II. Essais des tissus.

On connaît généralement la forme des courbes de traction des caoutchoucs industriels, mais nous ne sachions pas qu'il en soit de même pour les tissus innombrables employés soit dans l'industrie du caoutchouc, soit ailleurs.

Avec le dynamomètre, on a tracé les diagrammes de traction des principaux tissus utilisés couramment par les caoutchoutiers. Ces diagrammes sont reproduits dans la planche ci-jointe. Nous n'en connaissons pas d'analogues dans la littérature technique.

Dans l'expérimentation journalière des tissus, on se contente de mesurer la résistance et l'allongement en chaine et en trame.

On s'en tient en un mot au point final des courbes de traction, on ne s'occupe pas des points intermédiaires, c'est-à-dire de la forme de ces courbes; le dynamomètre décrit ci-dessus trace automatiquement ces diagrammes comme on l'a dit, et donne des courbes comme celles de la planche ci-jointe.

On remarquera d'abord que ces courbes varient d'un tissu à l'autre; elles peuvent donc déjà qualifier les divers tissus. Mais on remarquera encore que pour une même tissu, la courbe obtenue avec une bande prise en chaîne diffère de celle d'une bande prise en trame. C'est une autre constatation d'importance. Il reste à commenter le processus général de la déformation des tissus tractionnés.

On remarquera que les diagrammes ont tous la même allure; its comprennent une partie incurvée, une partie presque rectiligne et parfois une courte pointe incurvée située près de leur extrémité.

La première partie correspond à ce qu'on pourrait appeler le tassement du tissu. Les vides se resserrent. Les fils parallèles

Digitized by Google

à l'effort développé tendent à perdre l'ondulation que le tissage leur a conféré, ils tendent également à se détordre. C'est donc une sommation de déformations variées que l'on enregistre dans cette première partie du diagramme, et les efforts qui les provoquent sont généralement faibles, d'ou une courbe rapprochée de l'axe des allongements. Mais il arrive un moment ou le tassement est complet et où les fils parallèles à l'effort, seuls subissent la sollicitation de traction, dans les conditions particulières où ils sont enchevétrés avec les fils perpendiculaires bien entendu:

C'est-à-dire: Ils ne sont pas du tout dans les mêmes conditions que s'ils étaient libres et séparés l'un de l'autre. Mais on ne peut concevoir qu'ils soient à la fois fils libres et fils tissés, et il faut les essayer tels quels.

La partie AB du diagramme (fig. 4) se rapporte donc à l'extension des fils parallèles à l'effort; c'est presque une ligne droite, cela signifie que pour des charges égales les fils s'allongent de quantités égales; on a là une propriété tout-à-fait similaire à celle que les métaux présentent pendant leur déformations élastiques et que l'on qualifie par une loi dite „loi de Hooke".

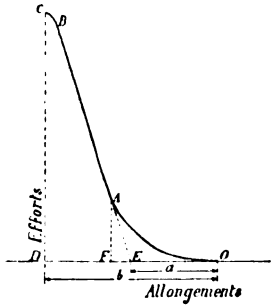


Fig. 4.

Il n'est pas trop audacieux de penser que même pendant la période des déformations complexes s'additionnant du début de la courbe, les fils parallèles à l'effort suivent la même loi; on pourrait dans ce cas représenter ce qui revient à ces fils par la portion de droite E A qui prolonge jusqu'à l'effort nul la droite B A de sorte que la quantité exacte dont s'allongent les fils précités est représentée sur le diagramme par la distance E D.

La partie de courbe B C représente la déformation ultime des fils au droit de la section où à lieu la rupture.

Le rapport de deux allongements E O et O D pourrait être appelé degré de serrage, ou de cohésion du tissu. L'effort A F pour lequel les fils commencent à se tendre uniformément, pourrait être appelé „raideur" du tissu.

Les résultats des diagrammes ci-joints ont été obtenus avec des bandes n'ayant que 30 mm de largeur, c'est-à-dire assez

Digitized by Google

différentes des bandes normalement employées dans les essais et qui ont une largeur de 50 mm.

La longueur de mesure de l'allongement était de 120 mm au lieu de 200, 300 ou 400 mm.

Il ne faut pas se cacher qu'on sait bien peu de choses relativement l'influence des facteurs de l'essai d'un tissu sur les résultats de cet essai.

Il resterait beaucoup d'autres modes de sollicitations à envisager, tels que la flexion répétée, l'usure le trouage, sans compter l'examen de la perméabilité, l'hygroscopicité, etc., etc.

Il faut se contenter de signaler aujourd'hui que les quelques essais de traction, objet du présent travail, mettent en évidence les particularités des différents tissus essayés, l'inclinaison des parties droites des diagrammes, la courbure initiale de ces diagrammes, sont caractéristiques de chacun des tissus. Pour un même tissu la chaîne et la trame se distinguent fort bien, et quand elles sont semblables le diagramme n'oublie guère de l'indiquer.

Il y a donc intérêt à s'adonner à ce genre d'essai, à ne pas se contenter de rompre un tissu en relevant la résistance en chaîne, et celle de la trame.

Le diagramme de traction a beaucoup plus d'importance que ce facteur seul, et nous espérons par ce qui précède avoir pu donner le moyen d'interpréter ce diagramme.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XV2

BEITRÄGE ZUR FRAGE DER MECHANISCHEN PRÜFUNG VON WEICHGUMMI.

Über den Einfluß der Probenform auf die Festigkeitsergebnisse.

Von **K. Memmler** und **A. Schob.**

Auszug[1]) aus den „Mitteilungen des Kgl. Materialprüfungsamtes, Groß-Lichterfelde".

Durch die von dem Direktor des Amtes A. Martens angeregte Arbeit sollte der Einfluß der Probeform auf die Festigkeitseigenschaften studiert und eine Normalprobeform für die Festigkeitsprüfung mit Weichgummi aufgesucht werden.

Im folgenden sind nur die Schlußfolgerungen der Arbeit wiedergegeben. Wegen der Begründungen ist auf die Arbeit selbst zu verweisen. („Mitteilungen 1909, Heft 4".)

Die Schlußfolgerungen stützen sich auf umfangreiche Versuche mit sechs verschiedenen Gummisorten (I, II, IV bis VII), die von einander stark verschiedene Eigenschaften aufweisen und als typische Vertreter einer großen Zahl von im Handel vorkommenden Weichgummisorten gelten können.

A. Ringprobe.

1. Die Proberinge sind leicht und ausreichend genau in ihrer Form herzustellen.

2. Die Einspannung der Ringprobe in die Zerreißmaschine und die Durchführung des Zerreißversuches selbst ist wesentlich einfacher und zuverlässiger als die der Stabproben.

[1]) Sonderabdrücke der vollständigen Arbeit in deutscher Sprache werden auf dem Kongreß (Sektion C) vorgelegt werden.

Digitized by Google

3. Die Ringprobe erfordert bei Durchführung des Versuches in der Schoppermaschine nach dem Einlegen der Probe und Anstellen der Maschine keine Beobachtung während des Versuches, ist also bequemer und billiger in der Anwendung (Ersparnis an Zeit des Beobachters) als die Stabprobe, bei deren Anwendung ständige Beobachtung während des Versuches nötig ist, weil die Einspannbacken während des Versuches mehrmals nachgespannt werden müssen und die Dehnungsmessung wesentlich schwieriger ist.

4. Für allgemeine Einführung eignet sich die Ringprobe besser, weil leichter eine einwandfreie Normalprobe für ringförmige Körper vereinbart werden kann als für stabförmige; bei der Stabform stört häufig die Eigenart des Gummis.

5. Die Ringprobe erschöpft beim Zerreißversuche die Dehnbarkeit des Materials stärker als die Stabprobe.

6. Die Ringprobe ist im Gegensatze zur Stabprobe bei Weichgummi allgemein verwendbar, besonders bei den Sorten mit größter Dehnbarkeit, bei denen die Stabprobe versagt, weil die Brüche häufig im Stabkopfe erfolgen.

7. Es bestanden keine wesentlichen Unterschiede für die Einordnung der geprüften Gummisorten durch Stab- und Ringprobe, solange nicht, wie bei den sehr dehnungsfähigen Materialien, Bruch im Stabkopfe erfolgte.

8. Etwaige Unterschiede der Festigkeit in Längs- und Querrichtung eines Gummituches bilden kein Hindernis für die Anwendung der ringförmigen Probe; denn mit ihr wird leichter und schneller die, hinsichtlich Festigkeit und Dehnung, schwächste Stelle des Tuches ermittelt, was für die weitaus meisten Fälle der praktischen Gummiprüfung überwiegendes Interesse hat.

9. Die Ringprobe läßt die Materialveränderung infolge Vorbelastung schärfer erkennen als die Stabprobe.

B. Stabförmige Probe.

1. Einfluß der Stabform auf Bruchfestigkeit ist nicht deutlich erkennbar, vorausgesetzt, daß nicht Stäbe ohne Kopf (Stabform A) verwendet werden.

2. Die Größe der Meßlänge hat keinen Einfluß auf die Dehnungsmessung, wenn die Endmarken im prismatischen Teile des Stabes liegen.

Digitized by Google

3. Um Beeinflussung der Dehnungsmessung auszuschließen, müssen daher die Endmarken für die Dehnungsmessung im prismatischen Teile des Stabes liegen.

C. Charakteristische Eigenschaften der sechs geprüften Gummisorten (I, II, IV bis VII).

1. Um mit Sicherheit etwaige gesetzmäßige Unterschiede der Festigkeit und Dehnung in zwei verschiedenen Richtungen festzustellen, würden (mit Ausnahme der Sorte VI) wegen der starken Schwankungen der Einzelwerte erheblich mehr Einzelversuche erforderlich gewesen sein.

2. Es bedarf auch noch umfangreicherer Versuche, um den Verlauf einer für Weichgummi charakteristischen Dehnungskurve mit Sicherheit festzustellen. Der Dehnungszuwachs scheint im allgemeinen mit wachsender Last abzunehmen.

3. Die Dauer der Belastung scheint großen Einfluß auf die Werte für Bruchfestigkeit und Dehnung zu haben. Eine Anzahl Proben zeigte bei einer Dauerbelastung bis zu 30 Minuten nur halb so große Bruchfestigkeit, wie bei schnellem Belasten.

4. Die elastische Nachwirkung (Verkürzung) beim Entlasten ergibt bei den Sorten I, II, IV bis VII erhebliche Unterschiede. Der einfache Zerreißversuch wird deswegen zweckmäßig durch Versuche über bleibende Dehnung und elastische Nachwirkung ergänzt.

5. Mit Ausnahme einer Gummisorte (VI) haben nach Ausfall der Versuche mit Ringproben alle geprüften Gummisorten Verminderung der Festigkeit und Dehnung durch Vorbelastung erfahren.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XVI1

ÜBER DEN GEGENWÄRTIGEN STAND DER HOLZ-UNTERSUCHUNGEN IN DER FORSTABTEILUNG DES ACKERBAUMINISTERIUMS DER VEREINIGTEN STAATEN.

Von Prof. **William Kendrick Hatt**, Lafayette, Ind.

(Übersetzung aus dem Englischen.)

Die Holzuntersuchungen des Forstamtes stehen in Beziehung zur Holzverwertung im allgemeinen; diese umfaßt die Konservierung des Holzes, das wirtschaftliche Studium der holzverarbeitenden Industrien, der Verarbeitung des Terpentins, die Chemie des Holzes, Holzstoff und Holzdestillation.

Jeder der sechs Forstdistrikte der Vereinigten Staaten verfügt über ein Laboratorium, welches gewöhnlich im Zusammenhange mit einer technischen Schule steht. Die Arbeit dieser Laboratorien wird durch ein Zentral-Laboratorium dirigiert, in welchem die eben erwähnten Aufgaben der Holzverwertung durch Spezial-Laboratorien gepflegt werden.

Die Holzuntersuchung des Forstamtes wurde im Jahre 1902 von Herrn Gifford Pinchot vom Forstamt des Ackerbauministeriums begonnen. Eine Beschreibung der Arbeit nach dem Stande vom Jahre 1902 findet sich in den Transactions of the American Society of Civil Engineers, Band II, Seite 67, 1903.

Die Holzuntersuchungen zerfallen in zwei Teile:

Klasse a) Untersuchungen von Marktware gewöhnlicher Dimensionen, bei welchen charakteristische Schäden vorkommen, wie z. B. Treppenwangen, Fuhrwerksbestandteile und Eisenbahnschwellen. Diese Versuche sind für Ingenieure und Fabrikanten

Digitized by Google

von Interesse und Wert; sie entsprechen etwa den Versuchen an genieteten Blechverbindungen oder Trägern bei der Metalluntersuchung.

Klasse b) umfaßt die sogenannten wissenschaftlichen Versuche an kleinen fehlerlosen Probestücken von gleichmäßigem Feuchtigkeitsgehalt aus im Wald entnommenem Material, bei welchem die Festigkeit in Beziehung gebracht wird zum Wuchs und zu der Lage im Baum. Diese Versuche sind von Wert für Botaniker und Forstleute. Im Programm sollen sowohl die Interessen der Botaniker, als auch die der Holzverbraucher berücksichtigt werden.

Beispielsweise ist bei Versuchen an kleinen Stücken die Beziehung zwischen Feuchtigkeitsgehalt und Festigkeit mit wissenschaftlicher Schärfe bestimmt worden. Diese Beziehung kann aber der Ingenieur bei der Festsetzung der zulässigen Spannungen nicht verwenden. In diesem Falle sind Versuche sowohl an kleinen wie an großen Stücken notwendig, und es wäre sehr unrecht, die einen oder die anderen auszuschließen. Die Kommission für die Aufgabe 23, Sektion B des Brüsseler Kongresses litt in ihrem Berichte unter einem Mißverständnisse bezüglich der Holzuntersuchungen des Forstamtes, und der Schreiber dieses glaubt annehmen zu dürfen, daß die Opposition gegen die Versuche der Klasse a) auf unvollkommener und unvollständiger Information beruht. So ist beispielsweise der Tadel der Kommission hinsichtlich der Kenntnis des Ursprungs der Materialien nicht gerechtfertigt. Bei den Studien über die Festigkeit der verschiedenen Holzgattungen ist der Ursprung der großen sowie der kleinen Stücke bekannt.

Die Veröffentlichungen des Forstamtes dürften ein anderes Licht auf das Programm werfen, und wir hoffen, daß dieser Bericht richtige Rechenschaft von den Versuchen gibt. Die vorliegende Abhandlung beschränkt sich auf die Mitteilung der Schlüsse, welche aus den verschiedenen Studien über die Festigkeit des Holzes gezogen werden können.

Einfluß der Versuchsbedingungen auf die Ergebnisse.

Bei dieser Untersuchung wurden kleine fehlerlose Probestücke verwendet.

1. Versuchsgeschwindigkeit.

Die Festigkeit des Holzes ändert sich merkbar mit der Belastungsgeschwindigkeit, und zwar steigt sie rascher an, als die

Digitized by Google

Geschwindigkeit. Bei den Versuchen des Forstdienstes ist die Geschwindigkeit auf Grund der Dehnung pro Zeiteinheit normalisiert[1]) und sind Erfahrungs-Koeffizienten für die Festigkeitswerte bei verschiedenen Geschwindigkeiten ermittelt worden. Die angenommenen Normalien für die Dehnung sind folgende Längenänderungen in Zentimetern in der Minute pro Zentimeter der ursprünglichen Länge:

Große Balken	0,0007
Kleine Balken	0,0015
Druck in der Richtung der Faser, kleine Stücke .	0,003
Druck in der Richtung der Faser, große Stücke .	0,0015

Die Festigkeit von nassem oder grünem Holze ist bedeutend empfindlicher gegen Geschwindigkeitsänderungen als die des trockenen Holzes. Bei der für die Versuche des Amtes angenommenen Geschwindigkeit kann in der Regel eine Geschwindigkeitsänderung von 50% zugelassen werden, ohne daß sie eine größere Änderung der Festigkeit als 2% bewirkt.

2. Temperatur.

Da Holz eine mehr oder weniger plastische Substanz ist, so ist es empfindlich gegen Temperaturänderungen. Tiemanns[2]) Versuche zeigen, daß die Festigkeit des Holzes, wenn es in Wasser von normaler Temperatur liegt, nicht leidet. Immerhin scheint es, daß warmes Wasser ausgesprochen die Wirkung hat, die Festigkeit zu verringern. Der extremste Fall ist, wenn Holz durch Kochen biegsam gemacht wird. Einige Hölzer sind zweifellos empfindlicher als andere gegenüber der Temperatur des Wassers, in welches sie eingetaucht werden. Bei Versuchen, die vor kurzem im Winter an Eichenschwellen (Quercus rubra) an der Purdue-Universität gemacht wurden, waren Schwellen von der Temperatur der Lagerräume —4° C um 9—17% fester, als solche von der Temperatur des Laboratoriums (22° C). Wahrscheinlich findet sich dieser ausgesprochene Unterschied nur bei grünem oder nassem Holz. Die Brucharbeit steht in keiner Beziehung zur Bruchfestigkeit. Hickory-Holz scheint besonders empfindlich gegen Temperaturschwankungen.

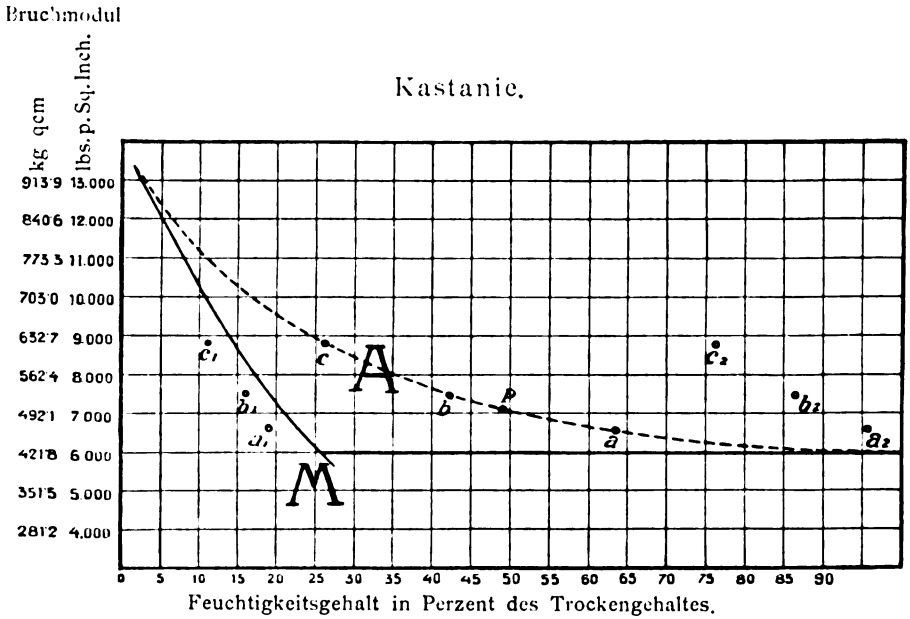
---

[1]) Siehe Proceedings American Society for Testing Materials, Band 8, 1908, Seite 541. „The Effect of the Speed of Testing upon the Strength of Wood and the Standarization of Tests for Speed", von H. D. Tiemann.

[2]) Bulletin 70. Forest Service, 1906. „Effect of Moisture on the Strength and Stiffness of Wood" von H. D. Tiemann.

Digitized by Google

Man kann hieraus den Schluß ziehen, daß die gewöhnlichen Temperaturschwankungen in einem Laboratorium nicht von Bedeutung sind, daß aber die Temperatur von Lagerräumen es notwendig machen kann, das Holz zu erwärmen. Immerhin kann die Wirkung eines gegebenen Faktors auf die Festigkeit von Holz oder auf die Unterschiede der Festigkeit von zwei Holzgattungen zeitweise ganz durch Verschiedenheiten in der Temperatur des Holzes zur Zeit des Versuches verdeckt werden.



Einfluß der Oberflächenhärtung auf die Beziehung zwischen Feuchtigkeitsgehalt und Biegungsfestigkeit.

A = Oberflächengehärtete Stücke. *M* = Sättigungspunkt.

Fig. 1.

3. Feuchtigkeitsgehalt.

Die Wirkung des Feuchtigkeitsgehaltes auf die Festigkeit des Holzes ist sehr gründlich von Tiemann untersucht worden[1]). Er hat die Versuche an kleinen Stücken, deren Feuchtigkeitsgehalt

[1]) Bulletin 70. Forest Service, 1906. „Effect of Moisture on the Strength and Stiffness of Wood" von H. D. Tiemann.

Zirkular 108. Forest Service, 1907. „The Strength of Wood as influenced by Moisture" von H. D. Tiemann.

Digitized by Google

über den ganzen Querschnitt der gleiche war, gemacht. Er ermittelte einen bestimmten Sättigungspunkt, oberhalb dessen eine Vermehrung des Feuchtigkeitsgehaltes die Festigkeit des Holzes nicht beeinträchtigt und unterhalb dessen eine Erhöhung der Festigkeit stattfand. Vorausgegangene Versuche, welche eine stetige Beziehung zwischen Feuchtigkeitsgehalt und Festigkeit ergaben, wurden anscheinend mit „oberflächengehärtetem Holz“[1]) (case hardened material) gemacht (siehe Figur 1).

Beziehungen zwischen den verschiedenen Beanspruchungsarten.

Die Beziehung zwischen der Festigkeit bei verschiedenen Arten von Beanspruchung, wie Schub, Biegung, Druck parallel zur Faser etc. ist bisher nicht durch Analyse der Ergebnisse ermittelt worden. Es ist zu bezweifeln, ob ein Versuch dazu benützt werden kann, die Festigkeit des Materials bei anderen Beanspruchungsarten vorher zu bestimmen, wenn die Versuchsbedingungen hinsichtlich der vorausgegangenen Warmbehandlung, des Feuchtigkeitsgehaltes, des Trocknungs- oder des Konservierungsprozesses verschieden sind. Beispielsweise wird Brüchigkeit infolge von Überhitzung bei Schlagversuchen deutlich erkennbar, aber keineswegs bei einem Druckversuch parallel zur Faser.

Eine Untersuchung der Wirkung des Einflusses der Versuchsgeschwindigkeit bildet einen Teil der allgemeinen Untersuchung über das Verhalten von Holz unter drei Beanspruchungsarten:

a) Ruhende Belastung.
b) Gewöhnliche statische Belastung mit wachsender Last.
c) Schlagprobe.

a) Ruhende Belastungsversuche zeigen die Bildsamkeit des Holzes. Fast alle Formänderungen nehmen zu mit der Dauer der Belastung, aber die deformierten Balken zeigten bei nochmaliger Belastung keinen Verlust an Festigkeit. Verziehen zufolge feuchter Atmosphäre wird durch folgendes Trocknen nicht beseitigt. Es wird oft die Frage gestellt: „Welcher perzentuelle Teil der durch einen gewöhnlichen statischen Versuch bestimmten Bruchbelastung zerstört den Balken bei

[1]) Rasch mit Dampf getrocknetes Kastanienholz zeigt eine harte Oberflächenschichte, während der innere Teil noch das meiste Wasser zurückbehält.

Digitized by Google

unbegrenzter Dauer der Belastung?" Darauf gibt es keine Antwort.

b) Beim Schlagversuch wird das Holz größere elastische Deformationen aushalten als bei ruhiger Belastung. Schlagbiegeproben zeigen weit größere elastische Deformation als ruhende Belastung. Die Schlagprobe wird bei steigender Fallhöhe gemacht.[1]) Für lufttrockene Hölzer gilt nach den bisherigen Versuchen folgende Reihenfolge der Bruchfestigkeit:

Hickory, Longleaf Pine, Douglas Fir, Loblolly Pine, Chestnut, Spruce, Yellow Poplar, Wester Yellow Pine, Western Hemlock, Sugar Pine and Coast Redwood.

d) Abnützungsprobe. Diese Probe wird gegenwärtig studiert.[2]) Holz wird durch Sandpapier in der Dorreyschen Maschine abgeschliffen.

Einfluß der Vorbehandlung des Holzes.

a) Trocknen in heißer Luft, überhitztem und gesättigtem Dampf etc.

Durch eine im Gang befindliche Untersuchung sollen die zulässigen Grenzen und die vorteilhaftesten Bedingungen für gewerbliche Holztrocknungsverfahren ermittelt werden. Die Festigkeit unmittelbar nach dem Trocknungsprozeß ist in der Regel größer infolge des verringerten Feuchtigkeitsgehaltes. Nun ist selbstverständlich, daß alle Trocknungsprozesse, selbst Trocknen an der Luft, mit einer Schwächung des Gewebes verbunden sind, so daß nach Wiederfeuchtwerden des getrockneten Holzes ein Festigkeitsverlust von 10% und noch mehr sich zeigt; beispielsweise verursacht das Trocknen von Esche (Fraxinus americana) bei 65° C. sowohl in trockener Luft als auch in Dampf unter Vacuum oder in überhitztem Dampf bei 100° C. keinen bemerkbaren Verlust an Festigkeit im lufttrockenen Zustande. Aber wenn das Holz wieder Feuchtigkeit aufgenommen hat, ist es beträchtlich schwächer als das grüne Holz. Unter einem Dampfdruck von 1·4—2·1 kg pro cm² während 1—4 Stunden erfahren Fichte und Esche nach Austreiben der

[1]) Circular 38. Revised, Forest Service. „Instructions to Engineers in Timber Tests" von W. K. Hatt.

[2]) American Society for Testing Materials, Vol. 7, 1907. „Purdue University Impact Testing Machine" von W. K. Hatt.

Digitized by Google

Feuchtigkeit durch Lufttrocknung nur eine kleine Einbuße an statischer Festigkeit. Bei höherem Dampfdruck (über 3·5 kg pro cm^2) ergaben sich große dauernde Einbußen. Bei Temperaturen über 100° C. schädigt ein gleiches Maß trockener Hitze weniger als feuchte Luft oder gesättigter Dampf. Die Wasseraufnahmsfähigkeit des Holzes im lufttrockenen Zustande wird vermindert durch den Trocknungsprozeß in trockener Luft, gesättigtem oder überhitztem Dampf.

Die Stoßfestigkeit von Holz, welches durch die verschiedenen besprochenen Prozesse getrocknet worden ist, ist noch zu ermitteln. Vergleiche müssen sowohl auf statische wie auf Schlagversuche begründet werden. Eine vorläufige Untersuchung zeigte, daß eine bestimmte Behandlung die Festigkeit von Fichte und Esche nicht beeinträchtigt, so weit man nach den statischen Druckversuchen parallel zur Faser urteilen konnte. Hinsichtlich der Schlagbiegeprobe wurden die Nadelhölzer durch die Wärmebehandlung nicht beeinflußt. Die Esche (Fraxinus americana) aber zeigte eine Verringerung der Schlagfestigkeit um 50%.

Die Ergebnisse der Untersuchung über den Zusammenhang zwischen Trocknung und Festigkeit sind noch nicht hinreichend weit, um vollständige Schlüsse zu gestatten.

b) Behandlung mit Konservierungsmitteln.

Versuche auf der Ausstellung von St. Louis[1]) stellten fest, daß der zulässige Dampfdruck für das Dämpfen gut ausgetrockneter Loblolly-Fichte bei vierstündiger Dauer 1·4 kg, bei sechsstündiger Dauer 2·1 kg pro qcm beträgt. Mit Kupfervitriol getränkte Loblolly-Fichtenschwellen zeigten ein gewisses Maß von Brüchigkeit bei der Schlagprobe. Kreosot wirkt anscheinend wie Wasser auf die Festigkeit, es verzögert das Austrocknen des Holzes mit einer günstigen Wirkung auf seine Festigkeitseigenschaften. Ferner zeigten die Versuche, daß Dämpfen oder die Wirkung von Hitze bei vorherigem Austrocknen die einzige Gefahr beim Konservierungsprozeß bildet. Die zulässigen Grenzen der Erhitzung mußten für die verschiedenen Holzgattungen bestimmt werden.

Bei großen Weichholzbalken für Brücken scheint die wirksame Imprägnierung mit Kreosot nur durch Prozesse, welche die

[1]) Circular 39, Forest Service, „Experiment on the Strength of Treated Timber", von W. K. Hatt.

Digitized by Google

Festigkeit des Holzes beeinträchtigen, möglich zu sein. Bei Konstruktion von Bauten aus kreosotiertem Holz sollten daher in solchen Fällen die zulässigen Spannungen unterhalb der für unimprägniertes Holz zulässigen gehalten werden.

Verbesserung der Lieferungsvorschriften.

Es ist bekannt, daß viele Vorschriften in Lieferungsbedingungen für Bauhölzer auf Tradition und nicht auf Tatsachen beruhen. Das Forstamt hat nachgewiesen, daß die roten und gelben Abarten der Douglas-Föhre (Pseudotsuga taxifolia), die für Brückenglieder verwendet werden, gleichwertig sind und daß ebenso rotes und weißes Hickory-Holz für Waggonbestandteile gleichwertig ist.[1]) Die kürzlich revidierten Lieferungsvorschriften der National Hickory Association sind auf diese Versuche begründet. Versuche mit Balken aus Loblolly-Fichte (Pinus taeda), Douglas-Föhre (Pseudotsuga taxifolia) und Shortleaf-Fichte (Pinus echinata) zeigen, daß unter Umständen Astlöcher die Festigkeit nicht beeinträchtigen, und die Ergebnisse sind bei den in Druck gelegten Lieferungsvorschriften der Eisenbahnverwaltungen und der „Yellow Pine Manufacturers Association" benützt worden.[2])

Die Versuchsstücke haben Gebrauchsdimensionen.

Es wurde angestrebt, aus den bei den Versuchen gemachten Wahrnehmungen zweckmäßige Vorschriften abzuleiten über Wachstumsgrenzen, innerhalb welcher das Material hinsichtlich der Dichtigkeit der Jahresringe und des Prozentgehaltes an Sommerholz noch gut ist.

Zulässige Beanspruchung für Konstruktionen.

Über die Beziehungen zwischen der Festigkeit großer, mit Fehlern behafteter Stücke zu kleinen, tadellosen Stücken, die vom selben Baum genommen worden sind, wird im Zirkular 115 des Forstamtes berichtet. Die Festigkeit bei großen und kleinen Abmessungen ist nicht eine Frage der geometrischen Größe, sondern des Vorkommens von Fehlern an den großen Stücken (Astlöcher, Kernrisse, Checks) und geringwertiger Holzpartien.

[1]) Circular 142, Forest Service, „Tests of Vehicle and Implement Woods", von H. B. Holroyd und H. S. Betts.

[2]) Circular 115, Forest Service, „Second Progress Report on the Strength of Structural Timber", von W. K. Hatt.

Digitized by Google

Besondere Beachtung ist der Zerstörung großer Balken durch Längsschub geschenkt worden, offenbar ist bei großen Balken aus ausgetrocknetem Holz die Zerstörung eher dem Längsschub als der Biegungsbeanspruchung zuzuschreiben. Auch bei grünen Balken ist diese Art der Zerstörung häufig. Man sollte daher bei der Berechnung die Schubbeanspruchung berücksichtigen. Die Ergebnisse späterer Versuche bestätigen die früheren Ergebnisse, daß die Festigkeit großer Stücke mit wenigen Ausnahmen durch Austrocknen nicht erhöht wird, das heißt, die zulässigen Spannungen bei Konstruktionen sollten in der Regel auf die Festigkeit des grünen Holzes basiert sein. Von den folgenden Holzgattungen sind Versuche in Gebrauchsdimensionen der Hölzer so ziemlich abgeschlossen.

Loblolly Pine (Pinus taeda).
Shortleaf Pine (Pinus echinata).
Norway Pine (Pinus resinosa).
Tamarack (Larix laricina).
Wester Hemlock (Tsuga heterophylla).
Douglas Fir (Pseudotsuga taxifolia).
Western Larch (Larix occidentalis).

Über Herkunft und Gattung besteht bei diesen Bauhölzern gar kein Zweifel; die Beobachtungen an Hölzern von größeren Dimensionen umfassen nicht nur die Festigkeit, sondern auch die Verteilung der Feuchtigkeit, das Schrumpfmaß vom grünen auf den lufttrockenen Zustand und das Gewicht. In allen Fällen sind aus den gleichen Stücken kleine Versuchsstücke geschnitten worden.

Holz aus Staatswäldern.

Da dem Forstamt auch die Verwertung des Holzes aus den Staatsforsten obliegt, so ist es erforderlich, dasselbe zu untersuchen und Hindernisse, welche infolge von Vorurteilen für den Verkauf entstehen könnten, zu beseitigen. Der Wert gewöhnlichen billigen Holzes wird ermittelt und seine Verwendung gefördert. Versuche in dieser Richtung umfassen auch Brandholz, welches, wie sich gezeigt hat, in kleinen Abmessungen ebenso fest ist und denselben Wert hat, wie gesundes.

Diese Versuche werden als notwendiger Behelf der Forstverwaltung betrachtet. Hiebei werden kleine Versuchsstücke verwendet.

Digitized by Google

Versuche mit noch nicht untersuchten Hölzern.

Es sind auch kalifornische Eukalyptus-Hölzer und solche aus dem Süden untersucht worden. Einige davon gehören zu unseren allerfestesten Hölzern. Die verschiedenen Gattungen zeigen große Qualitätsunterschiede und schwanken im gedörrten Zustand von 1800 bis 900 kg p. qcm Bruchfestigkeit.[1]) Ferner sind Versuche an Loheichen abgeschlossen worden, welche früher entrindet in den Wäldern stehen gelassen wurden.

Allgemeine Studien an verschiedenen Versuchshölzern.

Versuche an Rotgummi sind abgeschlossen worden.[2]) Ebenso sind an Hickory-Hölzern aus verschiedenen Lagen Versuche gemacht und der Bericht abgeschlossen worden. Die letzteren Versuche haben Beziehungen ergeben zwischen Wachstumsgeschwindigkeit und Festigkeit, Örtlichkeit und Festigkeit und Gattung und Festigkeit. Es scheint, daß der die Festigkeit des Holzes am meisten beeinflussende Faktor bei allen Gattungen das spezifische Gewicht oder bei den Nadelhölzern der Prozentgehalt an Sommerholz ist.

Technische Aufgaben.

Das Studium von Gleisbefestigungen und Schienenunterlagsplatten und der Beziehung derselben zu der Festigkeit der Schwellen schreitet vor. In Ergänzung der Laboratoriumsversuche werden auch Versuche an in Betrieb stehenden Eisenbahngleisen gemacht.

Technik der Versuche und Organisation der Laboratoriumsarbeit.

Die Versuchsmethoden und die Organisation der Versuche sind jetzt vollkommen ausgebildet. Die Ergebnisse der Erfahrungen der letzten 6 Jahre sind im Zirkular 38 (Neuauflage) des Forest Service U. S. Dep. of Agriculture betitelt "Instruction to Engineers in Timber Tests" („Instruktionen für Ingenieure, betreffend Versuche an Holz") enthalten. Kürzlich ist eine Abteilung für Holz-Mikroskopie errichtet worden, um Zerstörungen der Gewebe oder

[1]) Trade Bulletin.

[2]) Bulletin No. 58, Forest Service, „The Red Gum", von Alfred K. Chittenden.

Digitized by Google

Änderungen in der Struktur infolge von Wärmebehandlung oder Ausscheidung von Konservierungsflüssigkeiten und ähnlichen Problemen zu studieren.

Schlußfolgerungen.

Mit Rücksicht auf den beschränkten Raum ist ohne Anführung ziffernmäßiger Resultate nur in ganz allgemeiner Weise über den gegenwärtigen Stand der Holzuntersuchung berichtet. Als Beweis für die Tätigkeit auf diesem Gebiete dürfte aber die Tatsache von Interesse sein, daß seit 1902 44.000 Versuche ausgeführt worden sind. Ein Verzeichnis der abgeschlossenen und auch der noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen, welche seit 1902 unternommen worden sind, ist beigegeben.

Die Aufgaben und Arbeiten hinsichtlich der Holzkonservierung und die Untersuchungen darüber sind hier nicht behandelt, da die Abteilung für Holzversuche zu ihnen nicht in näherer Beziehung steht.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XVII1

ÜBER DEN ANGRIFF DES EISENS DURCH WASSER UND WÄSSERIGE LÖSUNGEN.

Von Prof. **E. Heyn** und Prof. **O. Bauer**, Gr.-Lichterfelde.

Aus der von den Verfassern unter obiger Überschrift in den „Mitteilungen des Materialprüfungsamtes 1908", Heft 1 und 2, veröffentlichten Arbeit seien im folgenden kurz die wichtigsten Ergebnisse zusammengestellt. Wegen der Beweisführung muß auf diese Quelle verwiesen werden. Die Arbeit ist in der Zeit von 1900 bis 1907 im Königl. Materialprüfungsamte, Groß-Lichterfelde, entstanden und wird weiter fortgesetzt.

Der Angriff des Eisens durch die Flüssigkeiten unter den verschiedenen Umständen wird quantitativ festgestellt durch die Gewichtsabnahme von gewogenen Eisenplättchen nach einer Einwirkungsdauer von in der Regel 22 Tagen. Wenn nichts Besonderes erwähnt ist, beziehen sich die Angaben auf die Einwirkung der Flüssigkeiten bei Zimmerwärme.

A. Einfluß von Sauerstoff und Kohlendioxyd auf den Rostangriff des Eisens durch Wasser und wässerige Lösungen.

1. Die beiden wesentlichen Faktoren, die Rostangriff des Eisens durch Wasser und wässerige Lösungen bedingen, sind flüssiges Wasser und Sauerstoff. Die gleichzeitige Gegenwart von Kohlendioxyd ist nicht erforderlich. Die wesentliche Wirkung des Sauerstoffs ist bereits von M. Traube 1885 erwähnt. Spennrath hat nachgewiesen, daß die Gegenwart von Sauerstoff Grundbedingung, Gegenwart von Kohlendioxyd aber für die Rostbildung entbehrlich ist.

Digitized by Google

Durch eine Reihe von Versuchen haben die Verfasser nochmals den Beweis für die Entbehrlichkeit des Kohlendioxyds gebracht und sind zu denselben Ergebnissen gekommen wie neuerdings Dunstan

Luft, mit etwa 15% Kohlendioxyd gemengt, bewirkt unter den in der Quelle angegebenen Versuchsbedingungen nur einen etwa doppelt so großen Angriff des Eisens durch destilliertes Wasser, als wenn unter sonst gleichen Verhältnissen kohlendioxydfreie Luft einwirkt. Daraus ist zu schließen, daß die geringen in der atmosphärischen Luft enthaltenen Mengen Kohlendioxyd keinen nennenswerten Einfluß auf den Rostvorgang ausüben können.

2. Durch Ausschalten des Sauerstoffes kann man den Angriff des Eisens durch Wasser und wässerige Flüssigkeiten verhindern, soweit diese Flüssigkeiten nicht den Charakter von Säuren haben. Durch Hemmung des Sauerstoffzutrittes zur Flüssigkeit wird auch der Rostvorgang entsprechend gehemmt.

Der Versuch, durch Abdecken der Wasseroberfläche mit Öl den Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffes zum Wasser aufzuheben und so den Angriff des in ihm befindlichen Eisens zu verhindern, mußte fehlschlagen, weil die Öle wesentlich größeres Absorptionsvermögen gegenüber Sauerstoff besitzen als Wasser und sie ihren gelösten Sauerstoff an das darunter befindliche Wasser abgeben.

Dagegen gelang es durch Einhängen von mit Holzkohlenpulver gefüllten Beuteln in das Wasser den Rostangriff unter Umständen bis auf den fünften Teil zu verringern, da ja die Holzkohle dem Wasser Sauerstoff entzieht. Dieses Hilfsmittel ist vielleicht praktischer Anwendung fähig.

3. Reine Lösung von Kohlendioxyd in Wasser bei Ausschluß von Sauerstoff kann keinen eigentlichen Rostangriff herbeiführen. Sie wirkt wie jede andere Säure lösend unter Entwicklung von Wasserstoff. Rostbildung kann erst bei gleichzeitiger Gegenwart von Sauerstoff eintreten. Der früher von den Vertretern der Kohlensäuretheorie angenommene Vorgang

$$a)\ Fe + CO_2 + H_2O = FeCO_3 + H_2$$
$$b)\ 2FeCO_3 + 3H_2O + O = Fe_2(OH)_6 + 2CO_2$$

kann sonach wohl eintreten, bedingt aber nicht notwendigerweise den Rostvorgang, der unabhängig von Kohlendioxyd vor sich gehen kann. Fehlt der Sauerstoff, so kann der Vorgang a)

Digitized by Google

nur bis zu einer Grenze vor sich gehen, die gegeben ist durch die Löslichkeit des Ferrokarbonates in kohlensäurehaltigem Wasser.

Wenn sonach die auf das Eisen einwirkende, beständig mit Kohlendioxyd gesättigt erhaltene Wassermenge beschränkt ist, so kann der Angriff des Eisens beim Durchleiten reinen Kohlendioxyds durch das Wasser kleiner sein, als beim Durchleiten eines Gemisches von Luft und Kohlendioxyd, oder von kohlendioxydfreier Luft durch das Wasser.

Die Verhältnisse ändern sich natürlich, wenn immer frische mit Kohlendioxyd gesättigte Wassermengen auf das Eisen einwirken können. Dann erreicht der Lösungsvorgang keine Grenze, sondern kann beständig weiter gehen. Dann kann die Einwirkung kohlensäurehaltigen Wassers bei Ausschluß von Luft stärker werden als diejenige von Wasser in Gemeinschaft mit kohlendioxydfreier Luft.

4. Es sei c die Anzahl der g-Moleküle Sauerstoff in einem Liter Flüssigkeit in unmittelbarer Umgebung des Eisenplättchens zur Zeit z; ferner sei c_0 die Anzahl g-Moleküle Sauerstoff, die dem Sättigungszustand der Flüssigkeit entspricht. Je größer c in der Umgebung des Eisens ist, um so schneller kann der Rostangriff vor sich gehen. Die Geschwindigkeit des Rostens und damit die des Sauerstoffverbrauches in der Einheit der Zeit ist also proportional c. Die Sauerstoffzufuhr erfolgte von der Oberfläche der Flüssigkeit her durch Diffusion nach dem Eisen. Die Geschwindigkeit dieser Zufuhr kann man mit genügender Genauigkeit als proportional dem Unterschied in der Sauerstoffkonzentration $c_0 - c$ annehmen. Demnach ist die in der Zeiteinheit erfolgende Änderung der Sauerstoffkonzentration in der Umgebung des Eisens

$$\text{a)} \quad \frac{dc}{dz} = -kc + k_1 (c_0 - c)$$

worin k und k_1 von c unabhängige Größen vorstellen.

Nach einer gewissen Zeit z' wird sich zwischen Sauerstoffverbrauch kc und Sauerstoffzufuhr $k_1 (c_0 - c)$ ein Gleichgewichtszustand einstellen. Bedingung dafür ist, daß die Änderung der Konzentration $\frac{dc}{d} = o$, also

$$\text{b)} \quad kc' = k_1 (c_0 - c').$$

Hierin bedeutet c' die Konzentration an Sauerstoff, die sich nach Eintritt des Gleichgewichtes am Eisenplättchen vorfindet. Bezeichnet

Digitized by Google

man mit v den Gewichtsverlust des Eisenplättchens infolge Rostens während der Zeit z, so ist die Geschwindigkeit des Rostens

$$\text{c)}\quad \frac{dv}{dz} = kc' \text{ also auch}$$

$$\text{d)}\quad \frac{dv}{dz} = k_1 (c_0 - c') = \frac{k k_1 c_0}{k + k_1}.$$

In der Zahl k ist die Größe der Eisenoberfläche enthalten. Diese spielt somit eine maßgebende Rolle. Vergleichbar sind nur Versuche, die mit Eisenproben gleicher Oberfläche angestellt sind. Aus obigen Gleichungen ergeben sich nachstehende Folgerungen, die sämtlich durch Versuche bestätigt wurden:

α) Bei gleichem Konzentrationsgefälle $c_0 - c'$ ist die Größe k_1 wesentlich abhängig von der Entfernung zwischen den Stellen in der Flüssigkeit mit der höchsten Konzentration c_0 und den Stellen mit der Konzentration c' unmittelbar am Eisen. Herrscht die Konzentration c_0 nur an der Berührungsfläche zwischen Flüssigkeit und atmosphärischer Luft, so ist für die Größe k_1 maßgebend die Entfernung zwischen Eisen und Flüssigkeitsspiegel. Je größer diese Entfernung ist, um so kleiner wird k_1, um so kleiner auch die Geschwindigkeit des Rostens. Am geringsten ist diese Entfernung, wenn das Eisen in die Flüssigkeit nur teilweise eintaucht, also an der Berührungsstelle zwischen Eisen und Flüssigkeitsspiegel auch die atmosphärische Luft unmittelbar Zutritt hat. An dieser Stelle ist dann $c' = c_0$, während in größerer Tiefe unter dem Flüssigkeitsspiegel c' immer mehr abnimmt. Am Flüssigkeitsspiegel muß sonach der stärkste Angriff des Eisens stattfinden. Dort bildet sich aber sehr bald ein Schwamm von Rost, und dieser ist durchlässiger für Luft als das Wasser, so daß durch diesen Sauerstoff schwamm die hohe Sauerstoffkonzentration noch eine Strecke weit unterhalb des Flüssigkeitsspiegels erhalten bleibt. Dort muß sonach verstärkter Rostangriff eintreten.[1])

Die Stelle mit höchster Sauerstoffkonzentration muß nicht notwendigerweise der Flüssigkeitsspiegel sein. In bestimmten Fällen spielen auch Luftsäcke, die sich innerhalb der Flüssigkeit an besonders günstigen Stellen bilden, die gleiche Rolle.[1])

[1]) E. Heyn: Untersuchungen über den Angriff des Eisens durch Wasser. Mitt. Kgl. Techn. Versuchsanstalten, 1900. S. 38.

Digitized by Google

β) In dem Wert k_1 ist auch die Größe der Oberfläche enthalten, durch die die atmophäriche Luft in die Flüssigkeit nach dem Eisen zu diffundiert. Je größer diese unter sonst gleichen Umständen ist, um so schneller spielt sich der Rostvorgang ab. Von der Größe dieser Fläche hängt übrigens auch die Bildung von Konzentrationsströmen ab, die auf die Verteilung der Sauerstoffkonzentration c in der Flüssigkeit wesentliche Einwirkungen haben und zu örtlichen Unregelmäßigkeiten im Rostangriff des Eisens führen können.

γ) Wird durch beständiges Zuleiten von frischer Luft in feiner Verteilung in der Nähe des Eisens die Sauerstoffkonzentration $c' = c_0$ gehalten, so ist $dv/dz = kc_0$; der Rostangriff erreicht also seinen höchsten Wert Daher erklärt sich der ausgeprägte Unterschied zwischen den Rostversuchen, bei denen Luft durch das Wasser durchgeleitet wurde, gegenüber den Versuchen, bei denen Luft nur über den Flüssigkeitsspiegel hinweggeleitet wurde, oder bei denen die Luft ruhig über dem Flüssigkeitsspiegel stand. Im ersteren Falle war z. B. bei den Versuchen der Rostangriff doppelt so stark, als in den beiden letzteren Fällen.

δ) Wird c_0 dadurch erhöht, daß man den Partialdruck des Sauerstoffes in der mit der Flüssigkeit in Berührung stehenden Atmosphäre steigert, so erhält man nach Gleichung d) entsprechend verstärkten Rostangriff. Die Erhöhung des Partialdruckes kann dadurch geschehen, daß die mit der Flüssigkeit in Berührung stehende Luft unter höherem Drucke steht. c_0 wird dann proportinal dem Drucke gesteigert. Der Partialdruck kann aber auch dadurch vergrößert werden, daß ein sauerstoffreicheres Gemenge als atmosphärische Luft mit der Flüssigkeit in Wechselwirkung steht.

Da sich die Löslichkeit von Stickstoff zu Sauerstoff im Wasser wie 1 : 1·9 verhält, wird beim Erhitzen einer mit Luft gesättigten Flüssigkeit ein sauerstoffreicheres Gasgemisch abgegeben, als der Zusammensetzung der Atmosphäre entspricht. Sammelt sich dieses Gasgemisch in Form von Luftsäcken an unter Wasser befindlichen Eisenteilen, z B. in einem unter Druck stehenden Dampfkessel, so kommen zwei Ursachen als rostvermehrend in Betracht, nämlich erstens der erhöhte Partialdruck des Sauerstoffes wegen des größeren Sauerstoffgehaltes des Gases und zweitens der erhöhte Partialdruck wegen des erhöhten Gesamtdruckes des Gasgemenges.

Digitized by Google

Wird unter Druck stehendes mit Luft gesättigtes Wasser plötzlich entlastet, so gibt es einen dem Druckunterschied entsprechenden Teil des Sauerstoff-Stickstoffgemisches in Form von feinen Blasen ab. Diese sind vielfach so fein verteilt, daß das Wasser wie Milch getrübt erscheint. Kommt ein solches Wasser in Berührung mit Eisen, so veranlaßt es einen so starken Rostangriff, wie man ihn durch Durchleiten eines sauerstoffreicheren Gasgemisches durch das Wasser, in dem sich das Eisen befindet, erzielen würde.

ε) Die Erneuerung der Flüssigkeit hat einen wesentlichen Einfluß auf die Rostgeschwindigkeit. Wird z. B. in einem Gefäß, in dem Eisen mit Wasser in Berührung steht, das Wasser beständig durch frisches mit Luft gesättigtes ersetzt, etwa durch ständigen Zu- und Abfluß, so erhält man c' ständig gleich c_0, wie im Falle γ; d. h. die Rostgeschwindigkeit dc/dz erreicht ihr Höchstmaß. Aber auch wenn die Erneuerung der Flüssigkeit nicht so schnell erfolgt, daß $c' = c_0$ erhalten bleibt, wird die Rostgeschwindigkeit erhöht.

ζ) Das Verhältnis zwischen Eisenoberfläche und Flüssigkeitsmenge hat ebenfalls wesentlichen Einfluß auf die Geschwindigkeit des Rostens. Sind z. B. in einem Gefäß in der Flüssigkeit eine ganze Anzahl Eisenplättchen übereinander angebracht, so wird natürlich die dem Beharrungszustand entsprechende Sauerstoffkonzentration c' in verschiedenen Abständen vom Flüssigkeitsspiegel verschieden sein und sich in genügendem Abstand davon dem Grenzwert O nähern. Wollte man auf diese Weise Plättchen verschiedener Eisensorten einhängen und sie bezüglich des Angriffes durch eine Flüssigkeit miteinander vergleichen, so würde man selbstverständlich schwere Irrtümer begehen. Den gleichen Fehler begeht man, wenn man in ein Gefäß mit Flüssigkeit, in dem sich mehrere in Vergleich zu stellende Eisensorten befinden, den laufenden Ersatz der Flüssigkeit von irgend einer Stelle des Gefäßes her besorgt. An der Zufuhrstelle der luftgesättigten Flüssigkeit herrscht hohe Sauerstoffkonzentration, die, wenn genügend Eisen vorhanden ist, an weiter entfernten Stellen abnimmt. Die dort befindlichen Eisenproben werden somit unter ganz anderen Versuchsbedingungen geprüft, als die an der Einflußstelle. Ein Vergleich ihres Verhaltens gegen Rostangriff ist selbstverständlich ausgeschlossen.

Digitized by Google

5. Zur Entscheidung der praktisch wichtigen Frage, ob im Innern eines Leuchtgasbehälters an der Stelle, wo die Behälterbleche in die Wassertasse eintauchen, bei mangelhaftem Schutzanstrich Rostangriff stattfinden kann, wurden einige Versuche ausgeführt, die die Frage bejahen. Die Versuche zeigten, daß die Leuchtgasatmosphäre das Rosten zwar vermindern, aber nicht verhindern kann. Der Grund ist der, daß der Sauerstoff aus der Atmosphäre durch das Sperrwasser hindurch zum Eisen zu diffundieren vermag.

B. Einfluß der Berührung des Eisens mit anderen Metallen auf den Rostangriff durch Wasser und wässerige Lösungen.

Allgemein gilt das Gesetz, daß

a) bei Berührung von Eisen mit einem weniger edlen Metall der elektrischen Spannungsreihe der Rostangriff in wässerigen, rosterzeugenden Lösungen vermindert, während der Angriff des weniger edlen Metalles beschleunigt wird, und daß

b) bei Berührung des Eisens mit einem edleren Metall der Rostangriff des Eisens durch wässerige rosterzeugende Lösungen in verstärktem Maße erfolgt.

Die Reihenfolge der Metalle in der Spannungsreihe ist nicht unveränderlich, sondern ändert sich mit der Flüssigkeit, in die die Metalle eintauchen. Die Stellung der Metalle in der Spannungsreihe muß daher für jede Flüssigkeit besonders ermittelt werden.

Zu bemerken ist noch, daß zur Erzeugung der Wirkungen unter a) und b) nicht etwa ein Spannungsunterschied zwischen den beiden Metallen in der Flüssigkeit erforderlich ist, der sichtbare Wasserzersetzung hervorruft, sondern daß die Wirkung bereits bei sehr geringen Spannungsunterschieden in die Erscheinung tritt, wenn sie natürlich auch mit dem Spannungsunterschied wächst. Auf obige Gesetze ist in einer außerordentlich wertvollen Arbeit von Diegel:[1]) „Die Beständigkeit der gebräuchlichsten Kupferlegierungen im Seewasser“ nachdrücklich hingewiesen worden. In dieser Arbeit findet sich auch ein außerordentlich umfangreiches Belegmaterial von höchster technischer Bedeutung niederlegt.

---

[1]) Marinerundschau IX, 1898, 11. Heft, S. 1485.

Digitized by Google

1. Unter den angewendeten Versuchsbedingungen erhöht die Berührung des Eisens mit Kupfer den Rostangriff um durchschnittlich 25% in Leitungswasser und um durchschnittlich 47% in künstlichem Seewasser. Durch den Versuch wurde festgestellt, daß Wasserzersetzung hierbei keine Rolle spielt. Die Wirkung des Kupfers beruht darauf, daß es den im Wasser gelösten Sauerstoff veranlaßt, in stärkerem Maße auf die Eisenelektrode einzuwirken, als wenn die Berührung des Eisens mit der Kupferelektrode fehlte. Ohne Gegenwart von gelöstem Sauerstoff kann auch das mit Kupfer in Berührung stehende Eisen nicht angegriffen werden.

2. Eisen in Berührung mit Nickel. Unter den angewendeten Versuchsbedingungen rostete das Eisen in Wasser in Berührung mit Nickel etwa 15% mehr, als ohne Berührung mit diesem Metall.

3. Flußeisen in Berührung mit Gußeisen unter Wasser. Unter den angewendeten Versuchsbedingungen bildet das Gußeisen einen Schutz für das Flußeisen. Der Angriff des letzteren ist um 50% beim Überleiten und um 28% beim Durchleiten von Luft durch das Wasser vermindert worden. Bei höheren Wärmegraden, z. B. bei 60° C., liegen die Verhältnisse ähnlich. Es wurde Verminderung des Rostangriffes des Flußeisens um etwa 16% festgestellt.

4. Berührung von Proben aus demselben Eisen nach verschiedener Vorbehandlung. Im allgemeinen geben zwei Eisenstücke, die demselben Eisen entnommen sind, aber verschiedene Behandlung (Walzen, Schmieden, Glühen usw.) durchgemacht haben, in Berührung mit Wasser[2]) einen elektrischen Spannungsunterschied, und damit ist auch sofort die Möglichkeit gegeben, daß sie sich gegenseitig im Rostangriff beeinflussen, so daß das in weniger edlem Zustand befindliche Eisen stärker angegriffen wird und das edlere schützt. Meist werden solche Einflüsse von seiten der Techniker unterschätzt.

Als Beleg hierfür wird das Ergebnis einer Untersuchung mitgeteilt, die bezweckte, die Ursachen der starken Anfressungen des Eisens in einem Dampfkessel an denjenigen Stellen zu ermitteln, wo die Gallowaystutzen an den Kesselmantel angeschweißt waren. Es ließ sich feststellen, daß an den Stellen, wo Hämmern der

[2]) Bemerkt wird, daß in Ferrosulfatlösung dieser Unterschied nicht zu bestehen braucht.

Digitized by Google

Schweißstelle nach erfolgter Schweißung bis herunter zur Rotglut nicht möglich war, das die Schweißstellen bildende Eisen überhitzt geblieben ist[3]), während in etwas größerer Entfernung von der Schweißstelle das Eisen keine Anzeichen von Überhitzung aufwies. Besonders angestellte Versuche ergaben nun, daß das nicht überhitzte Eisen in der Spannungsreihe mehr auf der unedlen Seite steht, als das überhitzte, und zwar ist der Spannungsunterschied zum Teile recht beträchtlich. Die Folge davon ist, daß wenn überhitztes und nicht überhitztes Eisen gleicher chemischer Zusammensetzung sich unter Wasser in gegenseitiger metallischer Berührung befinden, das nicht überhitzte Metall stärker angegriffen wird, als wenn diese Berührung nicht stattfände. Unter den angewendeten Versuchsbedingungen war das Verhältnis im Angriff des überhitzten Eisens zu dem des nicht überhitzten bei metallischer Berührung unter destilliertem Wasser 1 : 1·25 bis 1 : 1·5.

C. Vergleich einiger Eisensorten bezüglich des Rostangriffes durch Wasser.

Wenn im folgenden gesagt ist, daß die eine Eisensorte mehr rostet als die andere, so gilt dies nicht von der ganzen Eisengattung, zu der das untersuchte Eisen gehört, sondern immer nur für das untersuchte Material im einzelnen Falle und auch nur unter den beim Versuch herrschenden Bedingungen.

a) Einfluß des Mangan- und Phosphorgehaltes im Gußeisen.

Das Ergebnis einer Reihe von Versuchen mit Gußeisen war, daß der Einfluß des Mangan- und Phosphorgehaltes innerhalb der Grenzen 0·46 bis 3·08 *Mn* und 0·072 bis 3·38% *P* bei 22tägiger Einwirkung von Wasser verschwindend ist gegenüber den Einflüssen, die in den früheren Abschnitten besprochen wurden.

b) Vergleich zwischen einem Flußeisen, einem Schweißeisen und einem Gußeisen.

Die Versuche zeigten nach einer Angriffsdauer von 22 Tagen, daß es fraglich ist, ob überhaupt der Angriff von Gußeisen stärker ist, als der auf die beiden Sorten schmiedbaren Eisens. Jedenfalls

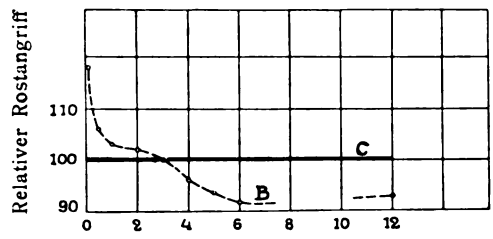
[3]) Näheres hierüber siehe E. Heyn: Krankheitserscheinungen in Eisen und Kupfer, Z. Verein, Deutsch. Ingen. Bd. 46, Jahrgang 1902.

Digitized by Google

ist der Unterschied, wenn er überhaupt vorhanden ist, wesentlich geringer, als gewöhnlich angenommen wird. Er tritt zurück gegenüber den Verschiedenheiten, die durch die anderen Einflüsse, wie sie früher besprochen worden sind, bedingt werden.

Die Ergebnisse von Versuchen mit längerer Einwirkungsdauer sind in den Abb. 1 und 2 wiedergegeben. Bei dem einen Versuch (Abb. 1) rostete das Schweißeisen anfänglich schneller als das Flußeisen, nach längerer Versuchsdauer dagegen drehte sich die Sachlage um, so daß nach 12 Monaten der Rostangriff von Flußeisen sich zu dem von Schweißeisen verhielt wie 100 : 93. Bei dem zweiten Versuch hingegen waren die Ergebnisse wieder anders, wie aus Fig. 2 hervorgeht. Hier rostete das Schweißeisen erst langsamer, um dann nach 7 Monaten etwas vorzueilen, so daß nach dieser Zeit das Verhältnis Flußeisen zu Schweißeisen 100 : 100.5 ist. Die Verhältnisse bedürfen noch eines näheren Studiums. Jedenfalls zeigen die Versuche, daß der Einfluß der Art des Eisens von geringer Größenordnung ist. In Fig. 2 ist auch die Kurve für ein Gußeisen eingezeichnet. Die Gußeisenplättchen waren etwas dicker, als die aus Schweiß- oder Flußeisen. Die Kurve gibt den Rostangriff im Vergleich zu Flußeisen nach Reduktion auf die Oberfläche der Flußeisenplättchen. Auch hier gilt ähnliches wie oben gesagt. Das Gußeisen verhält sich beim Rostversuch nicht wesentlich anders, als die beiden Sorten schmiedbaren Eisens.

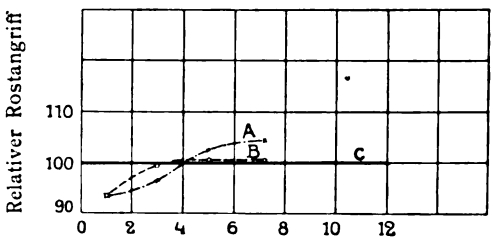
Abb. 1



Zeit in Monaten.

C, Flußeisen = 100 gesetzt. B, Schweißeisen.

Abb. 2



Zeit in Monaten.

C, Flußeisen = 100 gesetzt. A, Gußeisen. B, Schweißeisen.

Da in der Literatur vielfach die Behauptung aufgestellt ist, daß die Löslichkeit der Materialien in Schwefelsäure einen

Digitized by Google

Maßstab abgebe für den Grad des Angriffes durch Rost, seien die entsprechenden Werte für die oben angegebenen Eisensorten mitgeteilt. Der Gewichtsverlust durch Schwefelsäure (1prozentig) ist:

Flußeisen : Schweißeisen : Gußeisen = 1 : 2 : 100.

Ferner ist noch die relative Angreifbarkeit durch Wasser, das beständig mit Kohlensäure gesättigt erhalten wurde, ermittelt zu

Flußeisen : Schweißeisen : Gußeisen = 1 : 1·31 : 4·3.

Man erkennt, daß das Verhalten gegen diese Säuren keinerlei Aufschluß zu geben vermag über die Stärke des Rostangriffes.

D. Vergleichende Versuche über das Angriffsvermögen verschiedener Flüssigkeiten gegenüber Eisen bei Zimmerwärme.

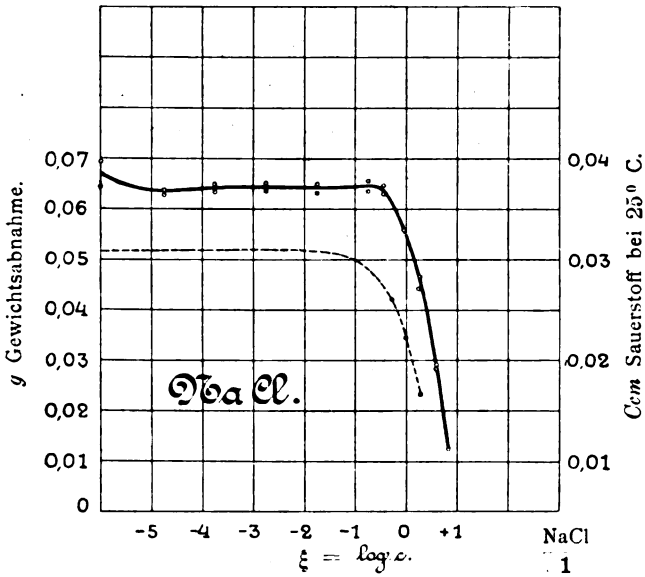
Bei allen Versuchen war die Einrichtung so getroffen, daß der Sauerstoffersatz in der Flüssigkeit nicht durch Durchleiten von Luft, sondern durch Diffusion von der Oberfläche her erfolgte. Die Fläche des Flüssigkeitsspiegels und der Abstand der Eisenproben von diesem Spiegel waren für alle Versuche gleich gehalten, ebenso natürlich auch die Größe der Oberfläche der Eisenprobe. Als Maß des Angriffsvermögens wurde die Gewichtsabnahme der Eisenplättchen nach 22 Tagen Versuchsdauer angewendet. Alle Einzelheiten sind in der Quelle angegeben. Die Versuchsergebnisse sind dort sowohl in Tabellenform als auch in Schaubildern dargestellt. Von den letzteren sind hier in den Fig. 3 bis 6 nur einige Haupttypen mitgeteilt. Als Abszissen sind die Briggschen Logarithmen ξ der in einem Liter der Lösungen enthaltenen Grammäquivalente c (Konzentration) des gelösten Stoffes eingetragen. Als Ordinaten sind die nach 22 Tagen erzielten Gewichtsverluste v der Eisenplättchen in Gramm verwendet. Die Schaulinien sollen kurz als ξ, v Linien bezeichnet werden. Untersucht wurden 38 verschiedene Elektrolytlösungen.

Der Verlauf der ξ, v Linien für die einzelnen Elektrolyte ist im allgemeinen ziemlich ähnlich. Meist bewirken ganz verdünnte Lösungen einen etwas schwächeren Angriff als destilliertes Wasser[1]), so daß sich die Schaulinie zunächst senkt. Dann beginnt eine Erhebung. Der Angriff erreicht

[1]) Dem destillierten Wasser ist willkürlich die Konzentration $c = 10^{-6}$, also die Abszisse $\xi = -6$ zugewiesen.

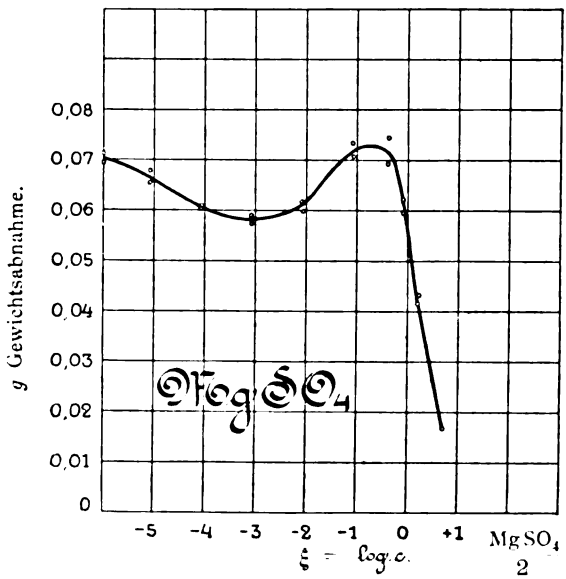
Digitized by Google

Abb. 3.



Gewichtsabnahme.
Löslichkeit von Sauerstoff nach Geffcken.

Abb. 4.



Digitized by Google

Abb. 5.

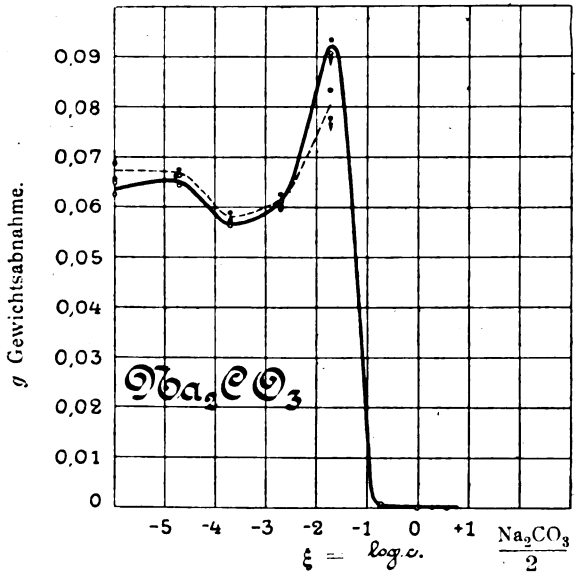
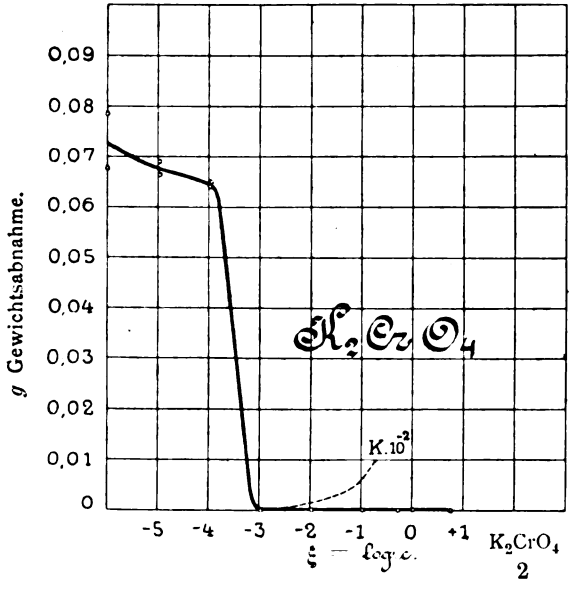


Abb. 6.



——— Gewichtsabnahme.

..... Geschwindigkeitskonstante für die katalytische Zersetzung von H_2O_2 nach Spitalsky.

Digitized by Google

bei einer bestimmten Konzentration c_k einen Höhepunkt (vgl. Abb. 4), wonach dann bei weiterem Anwachsen der Konzentration der Angriff allmählich wieder abnimmt.

Die Konzentration c_k wird als „kritische Konzentration", die zugehörige Lösung als „kritische Lösung" bezeichnet.

Ein solcher Höhepunkt des Angriffes zeigt sich nicht bei folgenden Lösungen, die von der obigen Regel abweichen: Chromsäure, Kaliumdichromat, Kaliumchromat (vgl. Abb. 6), Natriumazetat, Kalziumhydroxyd. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß er auch bei diesen Lösungen vorhanden ist und nur deshalb nicht beobachtet wurde, weil er zwischen den zum Versuch benutzten Konzentrationen liegt.

Die Lösungen des Natriumnitrates zeigen 2 Höhepunkte c_k.

Das Absinken des Angriffes zwischen dem destillierten Wasser und der kritischen Lösung war nicht beobachtbar bei Ammoniumazetat, Ammoniumnitrat und Kaliumjodat.

Der Angriff der kritischen Lösungen liegt in den weitaus meisten Fällen oberhalb des Angriffes des destillierten Wassers, nur vereinzelt liegt er tiefer, z. B. bei Kaliumchlorid, Kaliumsulfat, Natriumchlorid, Natriumbikarbonat, Natriumsulfat, Kalziumkarbonat, Kalziumchlorid, Baryumchlorid.

In der Tabelle I sind die Konzentrationen c_t der Lösungen, welche zwischen destilliertem Wasser und der kritischen Lösung den niedrigsten Angriff geben, sowie der zur Konzentration c_t gehörige Eisenangriff v_t, ferner die kritischen Konzentrationen c_k und die zugehörigen Angriffe v_k, die den Höhepunkten entsprechen, eingetragen. v_t und v_k sind in Prozenten ausgedrückt, wobei der Angriff des destillierten Wassers in jeder Reihe gleich 100 gesetzt wurde. Die einzelnen Elektrolyte sind nach dem Werte von v_k geordnet, so daß die Endglieder der Reihe bei der kritischen Konzentration das stärkste Angriffsvermögen gegenüber Eisen besitzen.

In der Nähe der kritischen Konzentration zeigen die Lösungen meist starken örtlichen Angriff. Der Angriff verteilt sich sehr ungleichmäßig über die Fläche des Eisens.

Digitized by Google

Tabelle I.

Elektrolyte, geordnet nach der Stärke des Angriffes der kritischen Lösungen bei Zimmerwärme.

Reihenfolge	Elektrolyt	Äquivalente	Lösung mit geringstem Angriff zwischen destilliertem Wasser und kritischer Lösung		Kritische Lösung		
			v_t %	$c_t \cdot 10^4$	v_h %	$c_h \cdot 10^4$	
	$Ca(OH)_2$	2	nicht vorhanden		nicht vorhanden		Sämtliche Lösungen zeigen schwächeren Angriff als destilliertes Wasser.
	CrO_3	2					
	$K_2Cr_2O_7$	2					
	K_2CrO_4	2					
	$NaC_2H_3O_2$	1					
1	K_2SO_4	2	80	11·5	88	1150	
2	$Ca(HCO_3)_2$	2	83	5·5	90	27·5	
3	$BaCl_2$	2	84	82	90·5	8200	
4	Na_2SO_4	2	88	6·18	93	618	
5	$CaCl_2$	2	92	2·3	96·5	230	
6	$NaCl$	1	95	0·17	96·5	1710	
7	$NaHCO_3$	1	92	1·19	97	119	
8	KCl	1	89	134	98	6700	
9	$CaSO_4$	2	91	29·9	98	299[1]	
10	As_2O_3	6	96	1·95	101	19·5	
11	$MgSO_4$	2	82	8·11	102	811—4050	
12	$NH_4C_2H_3O_2$[2]	1	nicht vorhanden		(104)	(1·3)	
13	$Na_2B_4O_7$	2	93	0·524	104	5·24	
14	K_4FeCy_6	4	93	0·0948	106	9·48	
15	$KMnO_4$	1	88	0·633	106	6·33	
16	$KClO_3$	1	96	0·816	107	8·16	
17	$MnSO_4$	2	90	0·08	107	8·3	
18	Na_2HPO_4	2	90	0·558	107	55·8	
19	K_3FeCy_6	3	95	0·0912	108	9·12	
20	KJO_3	1	nicht vorhanden		108·5	0·47	
21	$NaNO_3$[3]	1	90	0·1176	109	11·76	
			98	1176	107	5880	
22	$NaOH$	1	87	2·5	110	25·0	
23	KCy	1	99	1 535	113	15·35	
24	$MgCl_2$	2	86	9 85	114	9850	
25	$KBrO_3$	1	nicht deutlich ausgeprägt		118·5	5·99	
26	Na_2CO_3	2	87	1·89	133	189	
27	K_2CO_3	2	90	1·449	134	144·9	
28	$(NH_4)_2HPO_4$	2	99·5	0·1515	142	1·515	
29	$FeSO_4$	2	97	0·072	217	7200	
30	NH_4Cl	1	96	1·87	376	18700	
31	$(NH_4)_2SO_4$	2	91	1·515	509	30300	
32	$(NH_4)NO_3$	1	nicht vorhanden		2390	62500	

[1]) Zugleich gesättigte Lösung.

[2]) Verhalten sehr schwankend; je nach Umständen auch sehr stark angreifend.

[3]) Zwei c_t und zwei c_h vorhanden.

Digitized by Google

Der ausgeprägt örtliche ungleichmäßige Angriff verleiht der gewählten Bezeichnung „kritische Lösung" besondere Berechtigung. Für die technische Verwertung des Eisens ist eine solche Art des Angriffes besonders störend, weil das Eisen an bestimmten Stellen durchgefressen wird, während es an benachbarten Stellen gut erhalten bleibt. Die Lebensdauer des Konstruktionsteiles ist somit unberechenbar. Die Wirkung einer Flüssigkeit mit durchschnittlich stärkerem Angriff ist unter Umständen weniger gefährlich, wenn der Angriff sich gleichmäßig auf die ganze Eisenoberfläche verteilt.

Besonders stark ausgeprägt ist der örtliche Angriff der kritischen Lösungen von Natrium- und Kaliumkarbonat, sowie von Natriumphosphat. Natriumbikarbonat zeigte solchen starken örtlichen Angriff nicht.

Die in der Technik und wissenschaftlichen Literatur weit verbreitete Anschauung, daß alkalische Lösungen, wie z. B. Natriumkarbonat u. s. w., ganz allgemein unbedingten Schutz gegenüber Rostangriff bieten, ist irrig. Wie soeben auseinandergesetzt, wirken die kritischen Lösungen von Natrium- und Kaliumkarbonat nicht nur nicht schützend, sondern besonders stark angreifend. Der Angriff verhält sich zu dem des destillierten Wassers etwa wie 133 : 100. Die beiden Stoffe stehen deshalb in der in Tabelle I angegebenen Reihenfolge sehr hoch. Ihr Angriff wird nur noch übertroffen von dem der Ammonsalze. Die Schutzwirkung der Alkalikarbonate tritt erst bei höheren Konzentrationen ein. (Vgl. Abb. 5.)

Die in der Technik und wissenschaftlichen Literatur ebenfalls recht häufige Auffassung, daß die Chloride und Sulfate der Alkalimetalle stärkeren Rostangriff bedingen, als reines Wasser, ist ebenfalls ein Irrtum. (Vgl. Tabelle I und Abb. 3.)

Die Salze des Ammoniums ergeben in ihren kritischen und in den diesen naheliegenden Lösungen sehr starke Angriffe auf das Eisen. Am stärksten ist der Angriff des Nitrates.

Als ganz allgemeine Regel hat sich ergeben, daß nach Überschreiten der kritischen Konzentration weiteres Anwachsen der Konzentration abnehmendes Angriffsvermögen der Lösungen gegenüber Eisen ergibt. (Vgl. Abb. 3 bis 5.) Bei den Lösungen ohne kritische Konzentration

Digitized by Google

setzt diese Abnahme sofort bei gesteigertem Zusatz des gelösten Stoffes zum destillierten Wasser ein. (Vgl. Abb. 6.)

Bei einigen Lösungen ist die Abnahme des Angriffes so stark, daß von einer bestimmten Konzentration ab das Eisen völlig blank bleibt und der Gewichtsverlust des Eisens gleich Null wird. (Vgl. Abb. 5 und 6.) Diese Konzentration soll als die Schwellenkonzentration c_0, die zugehörige Lösung als die Schwellenlösung bezeichnet werden.

Tabelle II.

Schwellenkonzentration und Einordnung der einzelnen Lösungen, wenn die Schwellenkonzentration der Chromsäure gleich 100 gesetzt wird.

	Elektrolyt	Schwellenkonzentration c_0 in erster Annäherung $\times 10^2$	Reihenzahl: $\frac{c_0 \text{ der Lösung}}{c_0 \text{ der Chromsäure}}$	Bemerkung
1	CrO_3	0·02	1	
2	$K_2Cr_2O_7$	0·04	2	
3	K_2CrO_4	0·06	3	
4	KJO_3	0·26	(13)*)	
5	$KBrO_3$	0·33	(16)*)	
6	$KMnO_4$	0·35	17	
7	$NaC_2H_3O_2$	0·40	20	*) Kein ganz zuverlässiger Schutz, da auf dem Eisen in den konzentrierten Lösungen noch Rostflecke beobachtet wurden.
8	KCy	0·84	42	
9	$Ca(OH)_2$	1·09	55	
10	$K_3Fe(Cy)_6$	1·37	68	
11	$K_4Fe(Cy)_6$	1·42	71	
12	$Ba(OH)_2$	2·23	111·5	
13	$NaOH$	2·50	125	
14	$Na_2B_4O_7$	2·88	144	
15	Na_2HPO_4	3·07	153	
16	$NaHCO_3$	6·54	327	
17	K_2CO_3	7·97	398	
18	$(NH_4)_2HPO_4$	8·33	416	
19	Na_2CO_3	10·39	520	
20	$KClO_3$	42·65	(2132)*)	

In Tabelle II sind die Schwellenkonzentrationen eingetragen. Die Werte sind nur als vorläufige zu betrachten, weil die Stufen der Konzentration für die einzelnen Versuche größer gewählt worden sind, als für die Bestimmung genauerer Schwellenwerte nötig ist. Die Ungenauigkeit kann im ungünstigsten Falle bis zu einer Zehnerpotenz gehen.

Digitized by Google

Aus der Tabelle ergibt sich folgendes:

Die Chromsäure und ihre Salze sind die stärksten Schutzmittel gegen Rosten des Eisens Schon äußerst geringe Zusätze zum destillierten Wasser genügen, um diese Schutzwirkung hervorzurufen. (Vgl. Abb. 6.)

Bei Chromsäure und Kaliumdichromat ist die Größe der Oberfläche des Eisens von Einfluß auf die Lage der Schwellenkonzentration; während bei Boraxlösungen unter den angewendeten Versuchsbedingungen ein solcher Einfluß nicht feststellbar war.

Es scheint demnach zwischen der Schutzwirkung der Chromsäure und der Chromate einerseits und der Wirkung von Borax, des Vertreters der alkalisch reagierenden Lösungen, andererseits ein grundsätzlicher Unterschied zu bestehen.

Tabelle III.

Angriff der gesättigten Lösungen derjenigen Elektrolyte, deren Schwellenkonzentration imaginär ist.

Geordnet nach den Werten $\frac{100-v_s}{c_s}$ (Schutzwirkung auf die Einheit der Konzentration).

	Elektrolyt	v_s Angriff der gesättigten Lösung (Angriff d. destill. Wassers = 100)	c_s Ungefähre Konzentration der gesättigten Lösung bei Zimmerwärme	$\frac{100-v_s}{c_s}$
1	NH_4NO_3	1320	14·44	
2	$(NH_4)_2SO_4$	360	8·08	negativ
3	$FeSO_4$	162	2,82	
4	NH_4Cl	63	5·4	7
5	$MnSO_4$	36	6·75	10
6	$MgCl_2$	2	9·8	10
7	$NaNO_3$	19·5	7·4	11
8	KCl	50	4·0	12
9	$MgSO_4$	22	5·4	14
10	$NaCl$	19	5·4	15
11	Na_2SO_4	53	(2·5) [1]	(19) [1]
12	$BaCl_2$	39	3·06	20
13	K_2SO_4	76	1·16	21
14	$CaSO_4$	98 5	0·0299	(50) [2]
15	$KClO_3$	0·77	0·608	163
16	As_2O_3	34	0·195	348 [3]
17	$Ca(HCO_3)_2$	66·5	0·0055	6100

[1] Werte ungenau.
[2] Ungenau, weil c_s noch innerhalb der kritischen Zone.
[3] Arsenniederschlag auf Eisen.

Digitized by Google

Bei den Lösungen ohne Schwellenkonzentration kann man sich vorstellen, daß die Schwellenkonzentration die Sättigungsgrenze des Wassers gegenüber dem gelösten Körper überschreitet, daß also eine imaginäre Schwellenkonzentration vorliegt. Praktisch kann bei diesen Lösungen niemals der Angriff des Eisens bis auf Null herabgedrückt werden, sondern er bleibt immer bei einem bestimmten Endwert v_s stehen

In Tabelle III sind diese Endwerte eingetragen, ebenso die ungefähre Konzentration der bei Zimmerwärme gesättigten Lösungen. In der Spalte 5 ist dann der Wert $\frac{100-v_s}{c_s}$ berechnet, d. h. die durch die Einheit der Konzentration bedingte Schutzwirkung der Lösung. Nach diesen Werten sind die einzelnen Lösungen in der Tabelle geordnet. Je größer dieser Wert, umso größer ist die Schutzwirkung des Elektrolyten. Das Ammoniumchlorid wirkt in starken Lösungen noch verhältnismäßig schützend, trotz des starken Angriffes der kritischen Lösung. Beim Ammoniumnitrat, -sulfat und Ferrosulfat dagegen ist der Angriff der kritischen Lösung so kräftig, daß die oberhalb der kritischen Konzentration eintretende Schutzwirkung den Angriff nicht mehr unter den des destillierten Wassers herunterzudrücken vermag.

Da nach den in früheren Abschnitten besprochenen Untersuchungen die Menge des in der Lösung vorhandenen Sauerstoffes einen maßgebenden Einfluß auf den Rostangriff ausübt und da im allgemeinen das Lösungsvermögen der Elektrolyte gegenüber Sauerstoff mit steigender Konzentration abnimmt, so ist von vornherein zu erwarten, daß mit steigender Konzentration auch der Angriff auf das Eisen vermindert wird.

In Abb. 3 ist neben der ξ, v Linie auch die Schaulinie für die Löslichkeit gegenüber Sauerstoff nach Geffcken eingetragen. Man erkennt, daß der Verlauf beider Linien im wesentlichen übereinstimmt.

Vermutlich hängt bei den Lösungen ohne Schwellenkonzentration der Eisenangriff in erster Linie von der Menge des gelösten Sauerstoffes ab, während bei den Lösungen mit Schwellenkonzentration außerdem noch andere Einflüsse eine Rolle spielen.

Digitized by Google

E. Elektrolytisches Spannungsgefälle zwischen Eisen und verschiedenen Flüssigkeiten.

Die Spannung des Eisens gegen die Flüssigkeiten wurde auf die Ostwald'sche Normalelektrode bezogen. Eisen und Flüssigkeit wurden dabei in möglichster Ruhe gehalten, da Bewegung wesentlichen Einfluß auf das gemessene Spannungsgefälle ausübt. Die Spannung wurde in Abhängigkeit von der Zeit und von der Konzentration des Elektrolyten gemessen. Die Kurven, in denen die Zeit als Abscisse, das Potential als Ordinate eingetragen ist, werden als z, E-Kurven bezeichnet. Auf Grund einer ganzen Reihe von Messungen lassen sich die Elektrolyte in folgende zwei Gruppen einteilen:

I. Gruppe: Elektrolyte ohne Schwellenkonzentration. Sie haben bei allen Konzentrationen Werte von E, die oberhalb $-0{\cdot}2$ Volt[1]) nach der unedleren Seite zu liegen. Die z-E-Kurven steigen von der edleren zur unedleren Seite an.

II. Gruppe: Elektrolyte mit Schwellenkonzentration. a) Hier haben die Lösungen unterhalb der Schwellenkonzentration E-Werte oberhalb $-0{\cdot}2$ Volt. Die z, E-Kurven steigen wie bei Gruppe I nach der unedlen Seite zu an. b) Von der Schwellenkonzentration ab haben jedoch die z, E-Kurven umgekehrten Verlauf; sie sinken nach der edleren Seite zu ab und bleiben unterhalb des Grenzwertes $-0{\cdot}2$ Volt. Nur bei Natronhydrat, Kaliumcyanid und Kaliumkarbonat bilden die gesättigten Lösungen eine Ausnahme, indem sie den gleichen Verlauf der z, E-Kurve ergeben, wie die Lösungen der Gruppe I und IIa, wobei sogar auffällig hohe unedle Spannungswerte erreicht werden, ohne daß Rosten erfolgt.

Der Schwellenkonzentration c_s entspricht somit ein Schwellenwert E_s des Spannungsgefälles, der etwa bei $-0{\cdot}2$ Volt liegt. Diese Zahl ist rein empirisch ermittelt. Um aus dem Verlauf der z-E-Kurve eines Elektrolyten einen Schluß zu ziehen, ob er Eisen angreift oder nicht, kann man sich auf folgende empirische Regel stützen:

Bleibt E in der zu untersuchenden Lösung dauernd unter $E_s = -0{\cdot}2$ Volt, so tritt sicher kein Rostangriff ein. Liegt dagegen

[1]) Die negativen, nach der unedlen Seite zu liegenden Werte von E sind oberhalb der Nullinie, die positiven, edleren Werte unterhalb der Nullinie eingezeichnet gedacht.

Digitized by Google

E über — 0·2 nach der unedlen Seite zu, so ist nicht ohne weiteres zu entscheiden, ob Rostangriff eintritt oder nicht. In diesem Falle bleibt zur Feststellung nichts weiter übrig, als den unmittelbaren Versuch anzustellen, wie in Abschnitt D beschrieben. Das letztere Verfahren ist überhaupt das sichere und deswegen in allen Fällen zu empfehlen.

Die Verfasser schließen sich der elektrolytischen Theorie des Rostens an, nach dieser wird das Rosten eingeleitet durch den Vorgang

$$Fe + 2H^{\cdot} = Fe^{\cdot\cdot} + H_2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1)$$

Dieser Vorgang kann sich in dem angedeuteten Sinne nur abspielen, wenn der Spannungswert des Eisens in der in Betracht kommenden Flüssigkeit bei völligem Ausschluß von Sauerstoff unedler ist, als der Spannungswert E_h des Wasserstoffes in derselben Lösung. Die Reaktion nach obiger Gleichung muß aber zu einem Stillstande kommen, sobald die Sättigungsgrenze der Flüssigkeit für $Fe(OH)_2$ erreicht ist.

Alles dies gilt jedoch nur, wenn der Zutritt von Sauerstoff zur Lösung ausgeschlossen ist. Bei Gegenwart von genügend Sauerstoff wird das $Fe(OH)_2$ zu höheren Oxydationsstufen oxydiert, deren Löslichkeit in der Flüssigkeit geringer ist. Infolgedessen fallen diese entsprechend dem Unterschied in der Löslichkeit aus. Es kann aufs neue Auflösen von Fe zu $Fe(OH)_2$ stattfinden, da die Lösung damit nicht mehr gesättigt ist. Durch Sauerstoffzutritt wird wieder Oxydation bewirkt, und dies geht ununterbrochen so weiter, solange genügend Flüssigkeit und Sauerstoff zugegen ist.

Da der durch Gleichung 1) ausgedrückte Vorgang bereits bei sehr niedrigen $Fe^{\cdot\cdot}$-Konzentrationen zum Stillstand gelangt (Verfasser schlossen aus Versuchen und Berechnungen, daß die Grenzkonzentration $10^{-7{\cdot}5}$ an $Fe^{\cdot\cdot}$ beträgt), so ist auch die hierbei freiwerdende geringe Menge Wasserstoff nicht bemerkbar. Bei Sauerstoffzutritt ist es wahrscheinlich, daß der Wasserstoff zu Wasser oxydiert wird. Dies geht daraus hervor, daß bei einem Rostversuch, bei dem 0·315 g Eisen in den Rostzustand übergeführt worden waren, die mit der zugeleiteten Luft fortgeführten Gase keinen Wasserstoff enthielten.

Auf Grund einer ganzen Reihe von Messungen kommen die Verfasser zu dem Schlusse, daß bei der Messung des Potentials des Eisens in Elektrolyten, die nicht $Fe^{\cdot\cdot}$-Jonen enthalten, nicht

Digitized by Google

das Eigenpotential des Eisens, sondern das Spannungsgefälle einer auf dem Eisen gebildeten Sauerstoffelektrode gemessen wird.

Unter Zugrundelegung dieser Anschauung erklären sich die verwickelten und schwer zu übersehenden Vorgänge, die den Spannungsunterschied beeinflussen, in einfacher Weise, soweit sie sich auf Elektrolyte ohne Schwellenkonzentration beziehen. Die Verhältnisse bei den Elektrolyten mit Schwellenkonzentration bedürfen noch weiterer Aufklärung. Bezüglich der weiteren Betrachtungen muß auf die Quelle verwiesen werden.

Berichtigungen:

S. 3, Z. 15 v. u. erfolge statt erfolgte.

S. 3, Z. 4 v. u. $\frac{dc}{dz} = o$ statt $\frac{dc}{d} = o$.

S. 6, Z. 10 v. u. einem statt ein.

S. 14, 5. Absatz, Z. 5: Kalziumbikarbonat statt Kalziumkarbonat.

S. 15, 5. Spalte, Reihe 23: 1·535 statt 1535.
24: 9·85 statt 985.

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XVII2

ÜBER SCHÜTZENDE ANSTRICHE FÜR EISEN UND STAHL.

Übersicht der Arbeiten des Amerikanischen Verbandes für Materialprüfung,

vorgelegt von **S. S. Voorhees.** Washington D. C.

(Übersetzt von Ing. H. Spiel, Wien.)

Solange der Metallurgiker nicht im Stande ist, ein billiges, nicht rostendes Material für Bauzwecke herzustellen, hängt die Widerstandsfähigkeit unserer Eisen- und Stahlkonstruktionen in letzter Linie von dem schützenden Anstrich ab, der das Rosten verhindern soll.

Da jedes Jahr ein Vierzehntel der Metallverkleidung eines stählernen Frachtwaggons durch Rostangriff zugrundegeht und Stahlteile von Brückenkonstruktionen durch stellenweises Rosten in noch kürzerer Zeit weit über die Sicherheitsgrenze hinaus angegriffen werden können, erhellt die Notwendigkeit, Nachforschungen über Schutzmittel für Eisen und Stahl anzustellen.

Der »Amerikanische Verband für Materialprüfung« erkannte bald die Wichtigkeit solcher Nachforschungen und setzte im Jahre 1902 eine Kommission für Anstriche auf Stahl und Eisen ein.

Entsprechend dem allgemeinen Vorgehen dieser Gesellschaft ist auch die Kommission, welche derzeit gegen 30 Mitglieder umfaßt, aus Produzenten und Konsumenten zusammengesetzt; man trachtet, Fabrikanten der verschiedenen Arten von Rostschutzmitteln darin zu vereinen.

Im allgemeinen möge festgestellt werden, daß es sich in erster Linie darum handelt, die Anforderungen zu bestimmen,

Digitized by Google

denen ein zufriedenstellender Anstrich genügen muß; ferner Angaben zu treffen und Prüfungsmethoden aufzustellen, mit deren Hilfe man sich vergewissern kann, daß diese Anforderungen erfüllt werden.

Diese Nachforschungen werden sich auch auf die Ursachen der Verschlechterung von Anstrichen, auf das Trocknen und die Oxydation von Ölen, auf die physikalische Beschaffenheit der Farbstoffteilchen und auf die Theorie des Rostens erstrecken; mit letzterer Untersuchung ist eine solche über elektrolytische Dissoziation von Farbstoffen unter Bildung eines Elektrolyten und über den durch letzteren bewirkten Angriff des Metalls verbunden.

Jedes dieser Teilgebiete stellt schon für sich allein ein ausgedehntes Problem dar, und es war der Kommission nicht möglich mehr zu tun, als die Vorarbeiten abzuschließen. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß den Mitgliedern der Kommission für spezielle Nachforschungen bloß eine begrenzte Zeit zur Verfügung steht.

Glücklicherweise haben andere Forscher bemerkenswerte Beiträge für gewisse Teile des Problems gebracht, und es ist mit Sicherheit zu erwarten, daß die Zeit nicht ferne ist, in der zumindest die Ursachen des Angriffes und die der rostverhindernden oder rostbeschleunigenden Wirkung der Anstriche endgültig festgestellt sein werden.

Die Theorie des Trocknens von Leinöl ist ein für Nachforschungen noch ganz offenes Gebiet. Sie ist von weittragender Bedeutung für die Verschlechterung von Anstrichen und erfordert eingehende Untersuchungen. Weiter werden Untersuchungen von Anstrichen mittels physikalischer Proben und mikroskopischer Beobachtungen ohne Zweifel endgültigen Aufschluß über Größe und Gestalt der Farbteilchen geben.

Die Anforderungen, denen ein zufriedenstellender Anstrich genügen muß, mögen im folgenden kurz festgesetzt werden:

Vor allem ist darauf zu achten, das die zu überziehende Fläche frei von Schmutz, Fett und ablösbaren Walzschuppen ist und der Rost so gut als möglich mittels Hammer, Meißel und Drahtbürste weggeschafft wird. Die Anstrichmasse sei so konsistent, als es mit Rücksicht auf leichtes Ausbreiten und Verteilen möglich ist. Die Trockenzeit sollte so kurz sein, als mit der Dauerhaftigkeit des Anstriches irgend verträglich; übermäßiger Gebrauch von Sikkativen ist zu vermeiden; allerdings muß die Trockenzeit im

Digitized by Google

allgemeinen von den Erfordernissen des einzelnen Falles abhängig gemacht werden.

Der Grund darf weder genetzt, noch mit einzelnen Anstrichlagen allmählich überschichtet werden.

Im allgemeinen ist der Überzug umso dauerhafter, je undurchdringlicher er für Feuchtigkeit, Luft und Kohlensäure ist. Da die Durchlässigkeit eine Funktion der Teilchengröße ist, sei empfohlen, den Einfluß feiner Mahlung einer eingehenden Prüfung zu unterziehen.

Der Überzug soll genügend elastisch sein, um der Oberfläche bei aller Art von Zusammenziehung und Ausdehnung anhaften zu können, ohne sich zu werfen oder zu bersten.

Der Überzug soll auch der mechanischen Wirkung von Sand und Kohlenlösche, die durch den Wind mitgerissen werden, widerstehen können.

Die Oberfläche soll einen Wiederanstrich mit möglichst geringem Geld- und Zeitaufwand zur neuerlichen Vorbereitung derselben gestatten.

Es ist ferner als praktisch erkannt worden, zu fordern, daß der Überzug unter gewöhnlichen Umständen 5 Jahre hindurch wirksam bleibt.

Soll die Wirksamkeit eines Überzugs bestimmt werden, so wird empfohlen, die Proben im Einklang mit den tatsächlich obwaltenden Verhältnissen vorzunehmen, wie es auch nutzlos wäre, für all die verschiedenen Arten von Schutzanstrichen ein und dieselbe Prüfungsmethode vorzuschreiben.

Die Prüfungsmethoden mögen in folgende Klassen eingeteilt werden:

I. Tatsächliche Gebrauchsproben unter normalen Verhältnissen an Konstruktionen natürlicher Größe und Proben auf Normalflächen.

Was dieses Kapitel betrifft, unternahm die Kommission im Juni 1906 eine länger währende Gebrauchsprobe an der neuen, zweigeleisigen Brücke der Pennsylvania-Bahn über den Susquehannafluß bei Havre de Grace, Maryland, die zirka 1200 m lang ist und aus 18 Bögen besteht, Die Anstrichmittel wurden von 19 Fabrikanten geliefert und an zwei fortlaufenden Bögen der

Digitized by Google

Brücke direkt über dem Wasser angebracht. Jeder der 19 vorhandenen Flächenabschnitte stellte ein Anstrichgebiet dar.

Außer den Anstrichproben an der eigentlichen Brücke wurden auch Flächenproben an sehr sorgfältig vorbereiteten Stahlplatten von 0·61 × 0·92 m Flächenausdehnung angestellt, auf die der Anstrich unter den günstigsten Bedingungen durch einen besonders geschickten Arbeiter aufgetragen wurde. Diese Proben wurden in drei Serien, mit dem Verteilungsverhältnis von 1 Liter Anstrichmittel auf 12·3, 18·45 und 24·6 qm angestellt, indem die Flächen am untern Bogen der Brücke ausgesetzt wurden.

Oberflächen-, Anbringungs- und Wetterverhältnisse wurden sorgfältig verzeichnet. Ferner wurden vollständige Analysen der in den Proben verwendeten Anstrichmassen durchgeführt. Die verwendeten Anstriche waren in den meisten Fällen solche, die für den normalen Gebrauch an Stahl- und Eisenkonstruktionen hergestellt worden waren.

Die Farbstoffe waren Mennige, Graphit, Kohle, Eisenoxyd, Bleiweiß, Zinkoxyd, Bleisulfat neben Ton, Kieselerde, Silikaten und Baryten.[1]) Als Verteilungsmittel wurde Terpentin, Naphtha, respektive Mischungen von beiden vorgefunden. Nur in einem Fall lag ein schwerer Asphaltfirnis, der mit Naphtha verdünnt war, vor.

Das Ergebnis der im Juni 1908 vorgenommenen Besichtigung ist folgendes:

Wie zu erwarten war, ergaben sich in den meisten Fällen keine merklichen Verschiedenheiten. Wie sich schon bei der ein Jahr vorher vorgenommenen Besichtigung deutlich gezeigt hatte, war bloß in dem Fall, wo der mit Naphtha verdünnte Asphaltfirnis als Verteilungsmittel gedient hatte, eine merkliche Veränderung nach 18monatlichem Gebrauch zu bemerken.

Ein Kohlenanstrich, dessen Öl einen Harzzusatz erhalten hatte, wies über die ganze Oberfläche feine Risse auf. Wenn es auch keineswegs fest steht, daß dieser Mißerfolg dem Harzzusatz zuzuschreiben ist, so ist dieser Umstand doch der Erwähnung wert und soll Gegenstand weiterer Nachforschungen sein.

Ein Beispiel der verschiedenen Ausdehnung einer Grundschicht von Mennige und eines deckenden Kohlenanstrichs zeigte Fläche 14.

[1]) Das Öl war in den meisten Fällen reines Leinöl, nur in einem Fall wurde ein Zusatz von Harz oder einem Harzsikkativ vorgefunden.

Digitized by Google

Die Kohlendeckschicht weist arge, spinnwebartige Sprünge auf, die den roten Grundanstrich durchschimmern lassen; an einer anderen Fläche wurde derselbe Deckanstrich auch als Grundierfarbe verwendet und zeigte keinen derartigen Mißerfolg.

Von Interesse dürfte auch die Bemerkung sein, daß gerade ein reiner Mennigeanstrich mit rohem Leinöl als Bindemittel unzweifelhaft chemische Einwirkung zeigt.

Einen hochglänzenden, sehr widerstandsfähigen Anstrich zeigte Fläche 1. In diesem Fall diente als Farbstoff ein Gemenge aus Eisenoxyd, Mennige und Schwarzkohle, als Bindemittel ein Gummi enthaltender, mit Terpentin verdünnter Firnis.

Die anderen Flächenproben zeigten, wie in einem Bericht der Subkommission festgestellt wird, meistens merkliche Abnahme des Glanzes, nebst kleinen Änderungen in der Härte, Widerstandsfähigkeit, Zähigkeit und Elastizität des Überzuges. Diese Unterschiede sind indes zu gering, um derzeit Schlußfolgerungen zu gestatten.

An allen Teilen der Brücke, die mechanischen Einflüssen ausgesetzt waren, ist ein geringfügiges Rosten zu konstatieren. Diese Stellen wurden genau verzeichnet und werden bei folgenden Besichtigungen sorgfältig überwacht werden. Im allgemeinen gewähren indes die Anstrichmittel guten Schutz, und es wird in den meisten Fällen längeren Gebrauchs bedürfen, um Unterscheidungen machen zu können.

Eine am 26. März 1909 vorgenommene Besichtigung bestätigt das Ergebnis der im vorhergegangenen Juni vorgenommenen und hatte wie diese über keine merklichen Änderungen zu berichten. Wie im Juni festgestellt wurde, weist der Mennigeanstrich unzweifelhaft Anzeichen chemischer Einwirkung auf. In diesem Falle treten diese Anzeichen am deutlichsten bei einem Verteilungsverhältnis von 1 Liter auf 12·3 qm auf; indes sind auch hier die Sprünge nur oberflächlich, so daß dieser Anstrich trotzdem guten Schutz gewährt.

Es ist nicht möglich, an dieser Stelle Einzelheiten über die Proben mitzuteilen; diesbezüglich sei auf die Berichte der Kommission E in den „Proceedings of the American Society“ von den Jahren 1906, 1907 und 1908 verwiesen.

Digitized by Google

In Ergänzung der Forschungen Prof. Ladds aus Fargo, Nord-Dakota, der sich bemühte, den Vorteil fester Bindemittel als Zusatz zu Bleiweiß, Zinkweiß und anderen Farbstoffen festzustellen, unternahm die „Vereinigung amerikanischer Anstrichfabrikanten" eine ähnliche Reihe von Flächenproben in der rauchigen, feuchten und salzigen Atmosphäre von Atlantic City. Die Aufsicht über Versuchsserien obliegt der Kommission E.

Die in diesen Proben verwendeten Farben sind: Bleiweiß, Zinkweiß, verschiedene Mischungen von beiden, Bleiweiß in Mischung mit sublimiertem Bleiweiß (einem basischen Sulfat des Bleis), nebst kohlensaurem Kalk, Aluminium- und Magnesiumsilikaten, Bariumsilikat, Gips, Blanc fixe, Lithopone, sowohl für sich allein, als in verschiedener Art und in verschiedenen Mengen mit Bleiweiß und Zinkweiß gemischt. Gegen 60 derartige Mischungen wurden, jede weiß, gelb und drap nuanciert, in zwei Serien auf Holzplatten aus gut abgelagertem, ausgewähltem Weißfichten- (white pine), Gelbfichten- (yellow pine) und Zypressenholz aufgetragen. Die Ergebnisse der Besichtigung werden gemeinsam mit dem Bericht über die Zusammensetzung der Anstriche und die Bedingungen der Auftragung in dem Bericht, der dem Amerikanischen Verband im Juni 1909 vorgelegt werden soll, enthalten sein.

Es möge festgestellt werden, daß bei der im März 1909 erfolgten Besichtigung die gelben und drap Nuancen in besserem Zustand befunden wurden als die weißen, und andererseits die auf Weißfichtenholz angebrachten Anstriche in besserem Zustand als die auf Gelbfichte (yellow pine) und Zypressenholz.

Das Lithopone hat merklichen Angriff gezeigt.

In einer Reihe von einheitlichen und Mischfarben konnte unzweifelhaft eine Verschlechterung in Form aufgetretener Sprünge, Flächen und Zeichnungen beobachtet werden, doch gestatten die Ergebnisse noch nicht, andere als die schon erwähnten Schlußfolgerungen zu ziehen.

Eine dritte Reihe von Flächenproben wurde gleichfalls in Atlantic City unternommen, um die das Rosten verhütende oder beschleunigende Wirkung gewisser Farbstoffe, die auf Stahlplatten aufgetragen wurden, festzustellen. Die Einzelheiten dieser Proben werden später im Kapitel der speziellen Laboratoriumsproben angegeben werden.

Digitized by Google

II. Beschleunigte Proben auf besonders vorbereiteten Flächen unter außergewöhnlichen Verhältnissen.

Was dieses Kapitel betrifft, wurde an die Mitglieder der Kommission ein Rundschreiben gesendet, in dem sie ersucht wurden, ihre Meinung über folgende Versuchsfragen zu äußern:

1. Auftragung des Anstrichs.
2. Prüfung des Anstrichs auf der bestrichenen Fläche.
3. Prüfung des Anstrichs nach dem Entfernen von der Anstrichsfläche.

1. In Bezug auf die Auftragung des Anstrichs sollte, soweit als durchführbar und in übereinstimmender Weise ausfindig gemacht werden:

a) anzuwendende Trockentemperatur und Trockenzeit;
b) der Einfluß der Luftfeuchtigkeit während des Trocknens und während der Probezeit;
c) der Einfluß der Belichtung und
d) die Schichtdicke vor und nach Verflüchtigung des Lösungsmittels und gleichzeitiger Oxydation, sowie weitere als beachtenswert erscheinende Verhältnisse.

2. Was die Untersuchung des Anstrichs auf der bestrichenen Fläche betrifft, wurden folgende Proben angeregt:

a) Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Angriffe, zum Beispiel gegen einen aus bestimmter Höhe auffallenden Sandstrahl;
b) mechanische Widerstandsfähigkeit gegen das Eindringen stumpfer Instrumente, die unter wachsendem Druck aufgepreßt werden;
c) elektrische Leitfähigkeit im trockenen Zustand;
d) elektrische Leitfähigkeit nach Befeuchten mit destilliertem Wasser;
e) elektrische Leitfähigkeit nach Befeuchten mit destilliertem Wasser, dem bestimmte Beträge von Salzen, die es zum Elektrolyten machen, zugesetzt wurden;
f) Durchdringlichkeit für Wasser nach Art der Dudleyschen Probe und ähnliche angezeigte Proben.

3. Zur Prüfung der von ihrer Grundfläche entfernten Anstriche wurden folgende Proben in Vorschlag gebracht:

a) zur Prüfung auf Durchlässigkeit Wasser durch die Anstrichsschicht verdunsten lassen;

Digitized by Google

b) Prozente an in kaltem Wasser löslichem Anteil;
c) Elastizität des Anstrichs;
d) Zugfestigkeit des Anstrichs durch Ausdehnung bis zum Reißen und andere erwünschte Untersuchungen.

Die Antworten lauteten im allgemeinen der Ausarbeitung derartiger Proben günstig, doch fallen die entwickelten Vorschläge naturgemäß besser in die Klasse der Laboratoriumsproben.

III. Laboratoriumsversuche einschließlich chemischer Analyse, und besonderer mechanischer, physikalischer und mikroskopischer Prüfungsmethoden.

Diese Art von Versuchen kann nur von praktischem Wert sein, wenn eine klare Auslegung der erhaltenen Ergebnisse möglich ist; sie erfordern daher sorgfältige Durchforschung. Aus den bisher erhaltenen Resultaten erhellt, daß dieser gewünschte Aufschluß gewonnen werden kann.

Von besonderm Interesse ist die Arbeit von Dr. Allerton S. Cushman vom landwirtschaftlichen Departement der vereinigten Staaten. Sie wurde von derartiger Wichtigkeit befunden, daß eine gemeinschaftliche Kommission, bestehend aus Dr. Cushman und Dr. W. H. Walker vom technologischen Institut zu Massachusetts (beide von der Kommission U über das Rosten von Eisen und Stahl), Herrn G. W. Thompson von der National Lead Co. und Herrn P. H. Walker vom landwirtschaftlichen Departement und der Autor von seiten der Kommission E, bestellt wurde, um dieses Gebiet zu durchforschen.

Dr. Cushmans Nachforschungen über die Theorie des Rostens führte zu einer Untersuchung über die Widerstandsfähigkeit verschiedener Stahlsorten und ihren Schutz gegen Angriff.

Seine Untersuchungen, die sich auf mehrere Jahre mühevoller Tätigkeit erstreckten, haben die Stahlproduzenten dazu angeregt, ein rostwiderstandsfähigeres Metall herzustellen. Wenn sich seine Theorie der rostverhütenden, resp. rostbeschleunigenden Wirkung der Farbstoffe durch Gebrauchsproben bestätigt und auf Grund derselben hergestellte Anstriche allgemeine Verbreitung finden werden, wird die Lebensdauer unserer Stahlkonstruktionen erheblich zunehmen.

Digitized by Google

Ich bin Herrn Dr. Cushman, Vorsitzendem der gemeinsamen Kommission, für eine kurze Zusammenfassung seiner Nachforschungen, die in folgendem wiedergegeben sein möge, sehr dankbar:

Im Lauf von Untersuchungen, die er über die Ursache des Rostens und die verschiedenen Methoden, Eisen und Stahl gegen dieses zu schützen, vorgenommen hat, führten ihn theoretische Gründe zu der Annahme, daß gewisse Farbstoffe einen verhütenden, andere wieder einen befördernden Einfluß auf das Rosten nehmen.

Da Chromsäure und Chromate dafür bekannt sind, daß sie das Rosten verhindern, indem sie die Oberfläche des Eisens bei Gegenwart von Feuchtigkeit in den passiven Zustand versetzen, war anzunehmen, daß Chromfarbstoffe als Grundanstrich von Wert sein können. Laboratoriumsversuche mit Chromfarbstoffen und anderen Farbstoffen gaben abweichende Ergebnisse und zeigten, daß die erhaltenen Resultate vornehmlich den Unreinlichkeiten der Farbstoffe zuzuschreiben sind, die sowohl beschleunigende als hemmende Wirkung auf das Rosten ausüben können.

Auf Anregung G. W. Tompsons wurde eine besondere Reihe von Laboratoriumsversuchen unternommen, indem gewogene, polierte Stahlplättchen in eine Reihe von Waschflaschen gelegt wurden, die Wasser und den zu prüfenden Farbstoff enthielten. Eine bestimmte Zeit hindurch — zwei bis drei Wochen — wurde Luft durch diese Anordnung gesaugt und die Plättchen schließlich gewaschen, rein gebürstet, getrocknet und gewogen. Das Ergebnis dieser Probe zeigte an, ob der betreffende Farbstoff eine rostverhindernde Wirkung ausübt, einer Zwischenklasse neutraler oder unbestimmt wirkender Farbstoffe angehört, oder Rost befördernd wirkt. Gegen 50 Farbstoffe wurden auf diese Weise in fünf voneinander unabhängigen Versuchsreihen geprüft. Auf Grund der erhaltenen Resultate wurden zehn rostverhindernde und neun rostbeschleunigende Farbstoffe ausgewählt, die in allen fünf Versuchsreihen übereinstimmende Ergebnisse geliefert hatten. Im Besitz dieser Daten bot der „Verband der amerikanischen Anstrichfabrikanten“ seine Mitwirkung zu einer Versuchsreihe in größerem Umfang an. Gegen 600 Platten aus Flammofen- und Bessemerstahl sowie besonders reinem Eisen wurden unter gleichen Bedingungen, unter Benützung desselben Leinöls und Sikkativs mit dem zu prüfenden Farbstoff bestrichen, nachdem die verschiedene Konsistenz

Digitized by Google

durch Zusatz reinen Terpentins auf einen Einheitswert gebracht worden war.

Außer diesen Versuchen wurden noch weitere Platten mit dem gewöhnlichen Anstrich bestrichen, wie er von verschiedenen Eisenbahningenieuren etc. in Vorschlag gebracht wurde. Diese Platten wurden in Holzrahmen gespannt und der salzigen Atmosphäre von Atlantic City, New Jersey ausgesetzt. Trotzdem sie erst wenige Monate an Ort und Stelle sind, beginnen bereits interessante Erscheinungen aufzutreten und es ist die Hoffnung vorhanden, daß sich nach Verlauf eines Jahres wertvolle Daten ergeben werden.

Als Laboratoriumsversuch nach diesem Prinzip sei folgende Anordnung empfohlen: Reine stählerne Messerklingen werden mit dem zu prüfenden Farbstoff, als Wasserfarbe zugerichtet, in Form eines dicken Überzuges bestrichen. Nach dem Trocknen werden die Klingen durch 48 Stunden mit feuchtem Löschpapier in Berührung gelassen. Dann wird der Anstrich abgekratzt und die Stahlfläche untersucht; gewisse Farbstoffe zeigen deutlichen Angriff, während andere sich als Schutzmittel erweisen. Die Versuche können auch quantitativ durch Abwägen des Stahles vor und nach der Probe vorgenommen werden. Dieselbe Probe kann auch unter Verwendung des Farbstoffes in seinem eigentlichen Bindemittel vorgenommen werden; nach dem Trocknen wird er durch drei Wochen mit feuchtem Löschpapier in Berührung gelassen und dann wie im obigen Falle der Anstrich entfernt und die Stahlfläche geprüft. Die auf diese Weise erhaltenen Ergebnisse stimmen mit denen im Falle der Verteilung des Farbstoffes in Wasser in befriedigender Weise überein. Ein interessanter Umstand geht aus diesen Proben hervor: diejenigen Farbstoffe, die selbst Elektrizitätsleiter sind oder in Berührung mit Wasser zu solchen werden, üben in allen Fällen einen merklichen Angriff auf die Stahlfläche aus.

Diese Beobachtungen stimmen mit der Theorie überein, daß der Rostangriff eine Folge der sogenannten Selbstelektrolyse ist, die die Metallfläche erleidet. Cushman und Walker haben gezeigt, daß Eisen und Stahl in Berührung mit Angriff bewirkenden Substanzen sich von selbst in positive und negative Ionen spalten und durch den größeren Lösungsdruck, der auf die positiven Ionen entfällt, ein schnellerer Angriff hervorgerufen wird. Gewisse Farbstoffe beeinträchtigen diese Wirkung und erweisen sich daher als rost-

Digitized by Google

verhindernde Mittel. Es ist indessen heute noch nicht möglich, die erhaltenen Resultate auszulegen, da die Zeit zu kurz war, um die gewonnenen Daten zu sammeln und zu vergleichen.

Diese theoretische Untersuchung Dr. Cushmans stellt eine wertvolle Grundlage praktischer Nachforschungen dar. Sie zeigt, daß Schutzüberzüge für Eisen und Stahl zwei verschiedene Wirkungen ausüben müssen, die unter Umständen von einem und demselben Farbstoffe hervorgebracht werden können; der Grundieranstrich soll rostverhindernd, der Deckanstrich abschließend wirken.

Eine Besichtigung dieser Stahlflächen am 27. März zeigt, daß die vier Monate, durch die dieselben ausgesetzt waren, einen zu kurzen Zeitraum darstellen, als daß vollkommener Aufschluß über die rostverhindernde oder beschleunigende Wirkung der Farbstoffe gewonnen werden könnte; aber sie unterstützt die theoretische Annahme, daß der Gips als Rostbeförderer anzusehen ist, während es anderseits, soweit man bis heute sehen kann, möglich ist, daß harzsaures Chrom, in Öl verteilt, ohne Zusatz irgend eines Farbstoffes rostverhütend wirkt.

Das Studium der Anstrichschichte ist ein anziehendes Forschungsgebiet; aber der Erfolg hängt größtenteils von dem Verfahren ab, die Schutzhaut unverletzt von der Fläche, auf der sie aufgebracht ist, zu entfernen.

Verschiedene Methoden sind von einzelnen Mitgliedern der Kommission zur Anwendung gebracht worden und haben zu günstigen Resultaten geführt. Eine dieser Methoden besteht darin, die erforderliche Zahl von Anstrichen mit einem leicht löslichen Überzuge einer Paste auf ein geleimtes Papier aufzubringen. Nach dem Trocknen des Anstriches wird die Schichte mittels Wassers weggeschwemmt.

Eine Methode besteht darin, den Anstrich auf einem Blatt Zinnfolie vorzunehmen und hierauf die Folie in einem Quecksilberbade aufzulösen, eine andere in der Anwendung niedrig schmelzender Legierungen als Anstrichfläche, die nach dem Trocknen des Anstrichs durch Wegschmelzen entfernt werden kann.

Eine weitere Methode wurde mit Erfolg angewendet; sie besteht darin, daß ein gewöhliches Zinnblech gleichmäßig mit Quecksilber trocken amalgamiert wird; der Uberschuß wird weggewischt. Nach zwölf Stunden wird die Amalgamierung wiederholt. Auf der amalgamierten Oberfläche wird die erforderliche Anzahl

Digitized by Google

von Anstrichproben vorgenommen und nach dem Trocknen kann der Anstrich vollkommen unversehrt abgelöst werden.

Zur Prüfung der abgelösten Schicht verwendet Herr R. S. Perry vom „Verband amerikanischer Anstrich-Fabrikanten“ ein Anordnung, die aus zwei Messingplatten besteht, die derart mittelst Stifte ineinander eingreifen, daß durch beide Platten gebohrte Löcher bekannter Fläche genau zur Deckung gebracht werden können. An der oberen Platte ist über dem Loch ein Glasrohr von zirka 60 cm Höhe vertikal aufgekittet; in dieses Rohr mündet zirka 3 cm über der Verbindungsstelle mit der Platte ein zweites Glasrohr, das mit dem ersten einen Winkel von 45° bildet. Dieses Instrument wird geeicht, indem ein mikroskopisches Deckgläschen zwischen die Platten gebracht und Quecksilber aus einer Bürette durch die schiefe Röhre darüber geschichtet wird. Das Vertikalrohr ist in $^1/_{10}$ cm^3 geteilt.

Um die abgelöste Schicht zu prüfen, wird sie zwischen die beiden Platten gebracht und Quecksilber allmählich aus der Bürette zufließen gelassen. Der Druck wird an der Vertikalhöhe der Quecksilbersäule abgelesen und die Biegung der Schicht durch die Differenz zwischen der Anzahl Kubikzentimeter Quecksilber, die aus der Bürette entnommen wurde, und der Ablesung am Vertikalrohr gemessen. Die Festigkeit der Schicht wird durch die Vertikalhöhe der Quecksilbersäule gemessen, bei der Reißen eintritt; wenn das Quecksilber die Schicht durchbricht, stellt es einen elektrischen Kontakt her und setzt ein Läutewerk in Bewegung.

Herr Perry stellt aus seinen Ergebnissen fest, daß verschieden große Farbteilchen die Festigkeit der Schicht vergrößern; auch stellt er fest, daß langgestreckte Farbteilchen, wie sie bei der Verwendung von Asbest vorliegen, die Festigkeit der Schicht vergrößern, indem sie eine zusammenhaltende Wirkung ausüben.

Man hat eine Abänderung dieses Instruments durchgeführt. Wenn diese auch zu keinen einheitlichen Ergebnissen geführt hat, so weisen doch alle Anzeichen darauf hin, daß man auf diese Weise zu weiteren Aufschlüssen über die physikalische Beschaffenheit der Farbschicht gelangen wird. Dieses Instrument besteht aus zwei Aluminiumplatten mit kreisförmigen Öffnungen bekannter Fläche, die in der ursprünglichen Anordnung zur Deckung gebracht werden konnten. An der oberen Platte ist eine Glasbürette von 2 mm Lichtweite, die in $^1/_{10}$ cm^3 geteilt ist, angebracht; sie ist mit einem

Digitized by Google

Dreiweghahn versehen. Ein Hahnweg führt zu einem beweglichen Quecksilberreservoir, um die verschiedenen Drücke herstellen zu können. Der Hahn ist so angeordnet, daß einerseits das Quecksilber vom Reservoir zur Schicht, andererseits vom Reservoir in die Bürette gelangen kann, und außerdem direkter Kontakt zwischen Bürette und Schicht hergestellt werden kann. Auf diese Weise kann die Bruchfestigkeit der Schicht durch die Vertikalhöhe der Quecksilbersäule bestimmt werden; die Durchbiegung der Schicht bei verschiedenen Drücken bis zur Bruchbelastung ergibt sich aus der Differenz der Ablesungen in Kubikzentimetern; die aus der bleibenden Einsenkung sich ergebende Elastizität kann aus der Differenz der Ablesungen ermittelt werden, wenn die Schicht zuerst bei einem bestimmten Druck belastet und dann bis auf den niedersten noch ablesbaren Druck entlastet wird.

Auch die Durchlässigkeit (Permeabilität) für verschiedene Medien kann gemessen werden, indem diese an Stelle des Quecksilbers in die Bürette gebracht, und letztere mit einem Manometer verbunden wird; die Zeit bis zur Einstellung des Gleichgewichts am Manometer kann als Maß für die Durchlässigkeit genommen werden.

Mit Hilfe dieser Methode ist es wohl nicht möglich, die bei den verschiedenen Anstrichen erhaltenen Resultate direkt miteinander zu vergleichen, weil es unmöglich ist, Schichten vergleichbarer Dicken zu erhalten; aber es dürften wertvolle Daten erhalten werden können, wenn die Bedingungen der Beanspruchung entsprechend abgeändert werden.

Eine mikroskopische Untersuchung des der Oberfläche anhaftenden Anstrichs kann Aufschluß über die bindende Wirkung des Verteilungsmittels und über die Lage der Farbteilchen geben. Es ist notwendig, einen vertikalen Beleuchtungsapparat anzuwenden und die Lichtstrahlen wie bei der metallographischen Untersuchung der Metalle einfallen zu lassen.

Eine reflektierende Oberfläche erhält man dadurch, daß man die Oberfläche der Schicht mit Lösungsmitteln, wie Dinitrobenzol, behandelt und, wenn nötig, die Oberfläche der einzelnen Farbteilchen durch Anwendung eines sehr dünnen Zelluloidfirnisses reflektierend macht.

In diesem Fall kann man ein $^1/_{12}$-zölliges (2·1 mm) Ölimmersionsobjektiv anwenden; die Beleuchtung mittels eines

Digitized by Google

Azetylenbrenners reicht bei dieser Vergrößerung zur Herstellung befriedigender Negative aus.

Herr Wirt Tassin, Assistant Curator am National Museum hat eine Beleuchtungsvorrichtung angegeben, die befriedigende Resultate ergibt. Sie besteht aus einem Fernrohr von 10 Zoll (254 mm) maximaler Länge, das an einem Drehzapfen mit Stellschraube befestigt ist, so daß das ganze Rohr beliebig geneigt werden kann; zur vertikalen Einstellung dient ein Zahngetriebe. Im rückwärtigen Teil des Rohres ist eine Kondensationslinse, vorn eine Plankonvexlinse angebracht; die Brennweite der rückwärtigen Linse beträgt 2 Zoll (50·8 mm), die der vorderen $1^3/_8$ Zoll (34·9 mm).

Der rückwärtige Teil des Fernrohrs trägt ein Schild, in dem eine Kerbe ausgespart ist, hinter die ein Schirm beliebiger Farbe angebracht werden kann; an diesem Schild ist auch ein Messingstäbchen befestigt, auf welchem sich ein beweglicher Träger für einen Azetylenbrenner befindet. Diese Führung besteht aus zwei Messingröhrchen, die im rechten Winkel zueinander befestigt sind und von denen jedes eine Stellschraube trägt, so daß die Lichtquelle nach Belieben auf und ab und vorwärts und rückwärts bewegt und so in jede beliebige Lage in Bezug auf die Ebene der rückwärtigen Linse gebracht werden kann; die Einstellungsmethode gestattet die Anwendung beliebiger Teile der Flamme, vom schmalsten Streifen bis zur vollen Breite. Der Brenner ist durch einen Gummischlauch mit einem beliebigen Generator verbunden. Der hier abgebildete stellt den Tropftypus („Drip" type) dar und ist mit einer Waschflasche verbunden, was sich als vorteilhaft erwiesen hat.

Das Mikroskop ist mit einem vertikalen Bausch & Lomb-Beleuchtungsapparat verbunden; derselbe besteht aus einem ebenen Glasreflektor, der das seitlich einfallende Licht durch das Objektiv auf das Objekt reflektiert, von welchem es durch das Mikroskop zum Auge gelangt. Unterhalb des Beleuchtungsapparates befindet sich eine Schnellwechsel-Vorrichtung, die ein schnelles Auswechseln der Objektive gestattet und sich vorteilhafter erwiesen hat, als die Revolver-Wechselvorrichtung, weil bei ihr keine Störung der Visierrichtung stattfinden kann. Das Ende des Rohrs ist so eingerichtet, daß sie leicht lichtdicht an eine Camera angeschlossen werden kann. Die Länge des Fernrohrs vom Okular bis zum Wechselstück

Digitized by Google

beträgt 16 mm. Eine Photographie der ganzen Anordnung ist in der Figur ersichtlich.

Es ist natürlich am einfachsten, zur Prüfung der dünnen Schichten der von dem Bindemittel getrennten Farbteilchen, zum

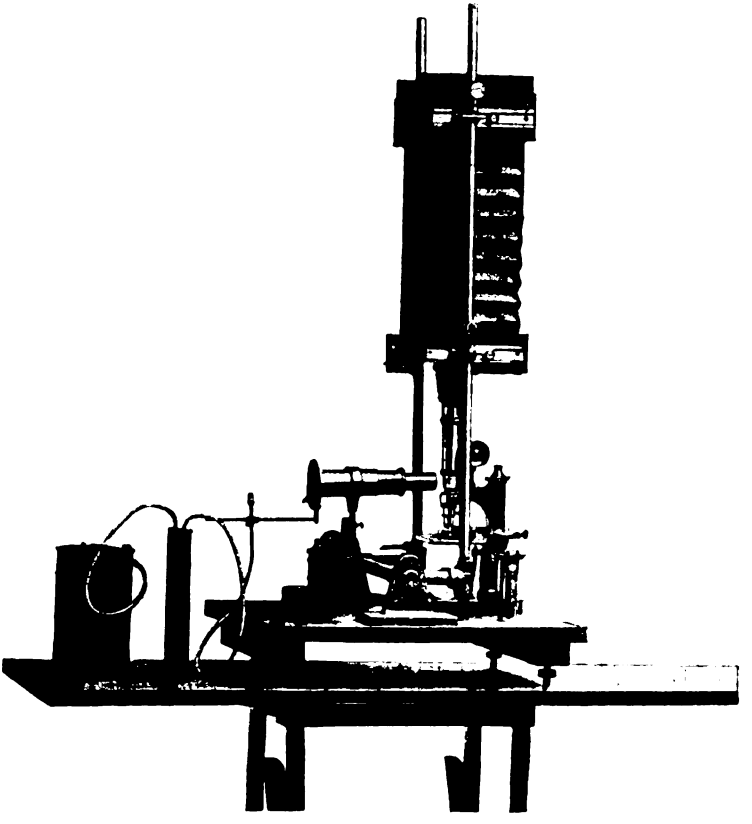


Fig. 1.

Mikroskop-Camera und Beleuchtungsvorrichtung, angewendet von H. Wirt Tassin des U. S. National Museum.

Zwecke des Vergleichs der Teilchengröße, direkte Beleuchtung anzuwenden.

Es scheint wünschenswert, daß außer diesen Proben und Nachforschungen auch eine Vereinheitlichung der Prüfungsmethoden für rohes Leinöl unternommen wird, zu dem Zweck, um nach Feststellung einheitlicher Prüfungsvorschriften nähere Angaben über

Digitized by Google

dieses Material machen zu können. Eine Subkommission mit Herrn O. W. Thompson von der National Lead Co als Vorsitzendem wurde zu diesem Zwecke eingesetzt. Vier Proben reinen Öls wurden unter sorgfältiger Überwachung den Pressen entnommen. Die zu benützenden Prüfungsarten wurden sorgfältig ausgewählt und erläutert und nebst den Ölproben an 25 Analytiker abgesendet.

Mit diesen Proben wurden folgende Untersuchungen vorgenommen:

Allgemeine Vorschriften: Alle Untersuchungen sind an Öl vorzunehmen, das unmittelbar vor der Einwage bei einer Temperatur von 60 bis 70° F. filtriert wurde, ausgenommen die Proben Nr. 2 (Trübung und Satz), Nr. 4 (Feuchtigkeit und flüchtige Bestandteile), und Nr. 5 (Asche). Die Muster sind vor der Entnahme der Teile zwecks Filtration, resp. Analyse gut durchzumischen.

1. Spez. Gewicht,
2. Trübung und Satz,
3. Bruchprobe,
4. Feuchtigkeit und flüchtige Bestandteile,
5. Asche,
6. Trokenprobe auf Glas,
7. Sauerstoffabsorption unter Verwendung von Bleiglätte.
8. Säurezahl,
9. Verseifungszahl,
10. Unverseifbares.
11. Liebermann-Storchsche Probe (qualitativ),
12. Refraktionsindex,
13. Acetylzahl,
14. Hexabromid-Zahl,
15. Jodzahl.

Es ist anzunehmen, daß das Ergebnis dieser Nachforschungen die Kommission in Stand setzen wird, befriedigende Angaben über Leinöl zu treffen.

Zusammenfassung.

Aus dieser Zusammenfassung der vom „Ausschuß für Anstrichmittel für Eisen und Stahl" geleisteten Arbeit folgt, daß keine positiven Empfehlungen für das Gesamtgebiet getroffen werden konnten. Indes ist zu hoffen, daß die im Zuge befindlichen Forschungen

Digitized by Google

positive Ergebnisse zeitigen und die Kommission in Stand setzen werden, endgültige Schlüsse zu ziehen.

Die Gebrauchsproben an der Brücke über den Susquehanna und die Stahlflächenproben in Atlantic City werden ein wertvolles Licht auf die rostverhütende und ausschließende Wirkung der Schutzmittel werfen. Die Proben an Holzflächen mit einfachen und zusammengesetzten Farbstoffen werden gleichfalls endgültige Schlüsse ziehen lassen und werden es der Kommission erleichtern, ihre Kontrollversuchsreihen durchzuführen.

Man darf erwarten, daß sich um die Mitte des Sommers im Berichte an die Vollversammlung des amerikanischen Verbandes bereits bestimmte Schlußfolgerungen ergeben werden.

NACHSCHRIFT.

Der der XII. Generalversammlung des Amerikanischen Verbandes, abgehalten zu Atlantic City N. J. vom 29. Juni bis 3. Juli 1909, vorgelegte Kommissionsbericht hat noch nicht die erwarteten bebestimmten Schlußfolgerungen gebracht und fügte dem vorstehenden Berichte nichts Wesentliches bei.

Der Grund hiefür liegt darin, daß die Proben mit den Stahlflächen in Atlantic City noch zu kurz waren, um verläßliche Angaben zu liefern, und wenn auch die reinen Bleiweiß- und Zinkweißanstriche auf Holzflächen stärkere Veränderungen gezeigt haben als einige Mischanstriche, so war es dem Ausschusse doch nicht möglich, eine so sorgfältige und eingehende Untersuchung vorzunehmen, die für eine entsprechende Beurteilung der erprobten Anstriche nötig ist.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XVII3

STUDIE ÜBER ROSTSCHUTZMITTEL FÜR METALLKONSTRUKTIONEN.

Von **Em. Camerman**, Brüssel. (Übersichtliche Darstellung.)[1]

(Übersetzt aus dem Französischen.)

Aus einem dem Züricher Kongresse von M. Valat, Chefingenieur der Compagnie de l'Est français, vorgelegten Bericht und aus meinen eigenen Versuchen, die ich mit mehreren in der letzten Zeit auf den Markt gebrachten Farbmitteln gemacht habe, geht hervor, daß die Ergebnisse der Proben mit Rostschutzmitteln schlecht gewesen sind:

Bei den mit einer Mischung von Leinöl und Terpentingeist verdünnten Farben.

Bei den aus Teer oder einem seiner Derivate zubereiteten Farben.

Bei den aus Zinkweiß hergestellten Farben (Emailfarben).

Bei bariumsulphathältigen Farben.

Bei Farben mit einem Zusatz von harzsaurem Manganoxyd als Trocknungsmittel.

Bei den Schwefelzinkfarben.

Bei den Lithoponfarben (eine Mischung von Schwefelzink uud Bariumsulphat) und endlich

bei einer reinen Leinölfarbe, welche zu Blasenbildung neigte.

Diese schlechten Ergebnisse lassen sich erklären, wenn man sich Rechenschaft gibt über die Schwierigkeiten, die sich bei der Anbringung eines Überzuges als Schutz gegen das Rosten des Eisens ergeben. Ich führe sie nachfolgend an:

---

[1]) Der Originalbericht ist in den „Ergänzungsheften" veröffentlicht.

Digitized by Google

1. Die aufgebrachte Schutzschichte kann zu wenig dick sein, entweder schon beim Aufbringen oder erst von dem Zeitpunkte an, da sie trocken geworden ist.

Es ist begreiflich, daß unter sonst gleichen Umständen eine dünne Schichte den fortwährenden kleinen Stößen der athmosphärischen Staubteilchen weniger lang zu widerstehen vermag und daß sie daher auch weniger lang undurchlässig bleibt wie eine dicke Schichte.

So ist eine 50% Terpentingeist enthaltende Farbe sehr dünnflüssig. In Schichten aufgetragen, die viel dünner sind, wie eine in gekochtem Leinöl angemachte Farbe, ist der Anstrich verhältnismäßig zähe. Diese bereits chemisch reduzierte Schichte verliert jedoch durch Verflüchtigung allen Terpentingeist, wobei sie um die Hälfte dünner wird. Der Einfluß, den solche sich leicht verflüchtigende Zusätze üben, ist somit offensichtlich.

In dieselbe Serie von mangelhaften Farben können wir fast alle Teerfarben einreihen, die im allgemeinen aus mehr oder minder dicken, durch Beigabe einer Essenz hergestellten Teerlösungen bestehen. Durch Verflüchtigen der Essenz soll das Trocknen bewerkstelligt werden. Daraufhin hat aber die Schutzschichte immer stark an Gehalt verloren.

2. Der Anstrich kann mit der Zeit seine Dicke verringern. Außer dem Auflösemittel verlieren aber auch die Teerfarben selbst nach und nach flüchtige Bestandteile. Es entstehen dadurch Hohlräume, Schwendungen und in weiterer Folge dünne Stellen, ja sogar Risse.

3. Die Schutzschichte kann allen vorhin bezüglich ihrer Dicke aufgestellten Bedingungen entsprechen, aber der Elastizität ermangeln.

Auch in diesem Falle kommen die in Essenzen gelösten Teergattungen in Betracht.

Im Gegensatze zu früher bildet hier das getrocknete Leinöl eine weiche, elastische Haut.

4. Der Schutzanstrich kann der Härte ermangeln, also der Widerstandskraft gegenüber dem Angriffe der Staubteilchen, oder mit anderen Worten, gegenüber der Abnützung.

Die beiden geforderten Eigenschaften: Elastizität und Härte scheinen fürs erste einander zu widersprechen. Diese beiden

Digitized by Google

notwendigen Voraussetzungen lassen sich aber allemal vereinigen, wenn ein hartkörniges Pulver in einer weichen und elastischen Masse breiig eingebettet erscheint. Diese Überlegung rechtfertigt es vollkommen, wenn der Anstrich mit einem Zusatz von Pulvern oder Pigmenten versehen und nicht etwa reines Leinöl verwendet wird.

5. Die Schutzschichte kann Neigung zu Rissen und Sprüngen besitzen und derart Lösungen des Zusammenhanges zeigen. Dieser Mangel ist zweierlei Hauptursachen zuzuschreiben:

a) die dem Anstriche beigemengten Pulver haften nicht genügend an der Masse und trennen sich von ihr infolge der unvermeidlichen Dilatationen und Kontraktionen. Es ist das bei gewissen trägen Materien der Fall: bei Bariumsulfat, beim Sand, der sich mit Ocker gemengt vorfindet, etc.;

b) das Anstreichmittel kann sich zersetzen. Dieser Mangel ist fast immer auf das Phönomen der Polymerisation und der Depolymerisation zurückzuführen; durch die letztgenannte Reaktion lassen gewisse Öle einfache Kohlenwasserstoffverbindungen entstehen, welche auf den Rückstand wie Lösemittel wirken. Die Farbe beginnt dann zu verpichen; allmählich verflüchtigen sich die Kohlenwasserstoffe, erzeugen dadurch Hohlräume und schließlich Sprünge.

6. Die Pulver müssen mit der flüssigen Masse des Anstriches innig verbunden sein. Der unter dem Einfluß der Dilatation und Kontraktion ausgeübten Neigung zur Trennung wirkt wohl am besten die chemische Verbindung entgegen; die Bleioxyde sind dafür ein bemerkenswertes Beispiel.

7. Weder die Anstrichflüssigkeit noch das in ihr enthaltene Pulver darf durch die Agentien der Atmosphäre chemisch angegriffen werden. So vom Sauerstoff der Luft und namentlich von den in großen Ansiedlungen erzeugten Rauchgasen. In dieser Hinsicht lassen insbesondere verschiedene Zinkpulver, wie Zinkoxyd, Schwefelzink und die Lithopone zu wünschen übrig.

Von allen als Anstrichmittel dienlichen Flüssigkeiten halten wir das Leinöl für das beste. Es streicht sich in verhältnismäßig dicken Schichten. Es verringert nicht seine Schichtendicke durch Verflüchtigung, zeigt also keine Verminderung an Gehalt, sondern im Gegenteil sogar eine Gewichtszunahme durch Aufnahme von Sauerstoff.

Digitized by Google

Ordnungsgemäß angewendet ist das Leinöl weder einem Verpichen noch Rissigwerden unterworfen. Auch behält es wenigstens auf Jahre hinaus eine hinreichende Elastizität. Leinöl kann in verschiedenen Zustandsarten in den Handel kommen: als rohes Leinöl, als abgestandenes Leinöl, als gewöhnlich an der Luft gekochtes (Standolie de Holland), als verdicktes und mit Bleiglätte oder Mangansuperoxyd gekochtes Leinöl.

Rohes und gut abgekröschtes Leinöl ist verhältnismäßig licht und zeigt starke und rasche Aufnahmefähigkeit; aber es ist etwas dünnflüssiger wie gekochtes Leinöl und breitet sich daher auch in ein wenig dünneren Schichten aus. Auch verliert es während der Oxydation 6 bis 8% an Zersetzungsprodukten des Glyzerins, weshalb es über dem Feuer bisweilen Blasen wirft.

Altes, abgestandenes Leinöl ist sehr klar, zeigt geringeren Verlust bei Oxydation, trocknet genügend rasch und ist dem vorbeschriebenen Öl jedenfalls überlegen. Es ist aber im Handel schwer erhältlich.

Das einfach an der Luft gekochte Leinöl unterscheidet sich zu wenig von dem vorgenannten, als daß es hier besonders behandelt werden sollte. Das unter dem Namen Standolie de Holland bekannte Öl ist klar und recht dick, aber es trocknet schlecht und man kann es nur als Beimengungsmittel in Mengen von etwa 20 und 30% verwenden.

Verdicktes und mit Bleiglätte oder Mangansuperoxyd verkochtes Leinöl ist verhältnismäßig dick, verliert nichts mehr im Verlaufe der Austrocknung, wirft keine Blasen, erfordert zum Trocknen bloß eine sehr kleine Menge an künstlichen Trocknungsmitteln, ist aber von sehr dunkler Farbe. Die letztbeschriebene Ölgattung wird von uns für alle Anstrichfarben zum Schutze des Eisens in den Handel gebracht, insolange die Schattierung nicht von Wichtigkeit ist und die Qualität wirklich überwacht werden kann. Unbedingt aber muß das Öl vollkommen frei von harzsaurem Mangan sein, also frei von einem Produkt, das der Depolymerisation, dem Verpichen und endlich dem Rissigwerden unterworfen ist.

Farbstoffe. Gehen wir nunmehr die verschiedenen Pulver oder Farbstoffe durch, welche man dem Leinöl beimengen kann. Hierbei müssen wir uns von der Erfahrung leiten lassen.

Digitized by Google

Meine eigenen Versuche haben mich gelehrt, daß das Bleiweiß mit trägen Pulvern wie etwa Bariumsulfat und zwar in Mengen von 25, 50 und 75% vermischt, dem Rost fast in einem geraden Verhältnisse zum Bleiweißgehalt widerstand. Mit anderen Worten: Auf den unter den gleichen Verhältnissen angestrichenen und nach bestimmten Zeiträumen untersuchten Flächen der Eisenkonstruktion entstanden Flecke, deren Intensität in einem geraden Verhältnis zu stehen schien mit der Menge des zugemischten Bariumsulfats.

Die Farben aus Bleiweiß, Eisenmennige, Bleimennige und aus Graphit haben am besten widerstanden, das Zinkoxyd ist ihnen gegenüber sehr im Nachteil gewesen. Schwefelzink und Lithopon (eine Mischung von Schwefelzink und Bariumsulfat) ist gar nichts wert.

Schlußfolgerungen: Meiner Meinung nach sind nach dem gegenwärtigen Stande der Erkenntnis als beste Bedingungen für das Aufbringen eines Rostschutzanstriches für Metallkonstruktionen die folgenden zu nennen:

Die Farbe soll aus Eisenmennige[1]) bestehen, das unter Ausschluß von Terpentingeist in gekochtem Leinöl[2]) verrührt wird.

Die Bemessung des beizumengenden Trockenmittels soll der Beurteilung des Arbeitsleiters überlassen bleiben.[3])

---

[1]) Die Eisenmennige muß so fein vermahlen werden, daß sie ungriffig ist, gleich einem Niederschlag, u. zw. nach einem zu hinterlegenden Muster. Jedenfalls ist die Mahlfeinheit dann genügend, wenn man das Pulver auf einer Glasplatte mit Wasser bis zu einer sehr dünnbreiigen Masse verreibt und dabei keinerlei Körner mit dem Finger zu fühlen vermag. Die Mennige muß mindestens 75% an Eisenoxyden enthalten und frei von Schwefel sein.

[2]) Das gekochte Leinöl wird aus klarem, reinen Leinöl hergestellt, indem man es solange mit Bleiglätte oder Mangansuperoxyd aufkocht, bis es ein spezifisches Gewicht von mindestens 0·939 erreicht.

[3]) Betreffs des anzuwendenden Trocknungsmittels kann der Arbeitsleiter 3 oder 4 Tage vor Arbeitsbeginn mit den beschafften Materialien einen Probeanstrich mit einer Masse von der vorgeschriebenen Zusammensetzung aber ohne Anwendung eines Trocknungsmittels machen. Dabei wird er die Mischung entsprechend der von ihm gewünschten Trocknungsdauer wählen. Dieser Zeitraum hängt ab von der Temperatur, von der möglicherweise vorherrschenden Notwendigkeit, den Anstrich rasch vor dem Angriff des Staubes zu schützen, von der Dringlichkeit des Aufbringens der zweiten Schichte etc. Dabei ist immer zu bedenken, daß stets die Farben die besten sind, welche am wenigsten Trocknungsmittel enthalten.

Digitized by Google

Nach meinen Erfahrungen erhält man auch gute Resultate, wenn man die Eisenmennige durch Graphit ersetzt. In diesem Falle soll das ungriffige Graphitpulver mindestens 55% Kohlenstoff enthalten.

Die Menge des mit dem Leinöl zu verrührenden Pulvers kann dem Ermessen der Anstreicher überlassen bleiben.

Digitized by Google

Vᴱ CONGRÈS INTERNATIONAL POUR L'ESSAI DES MATÉRIAUX, COPENHAGUE 1909.

V. INTERNATIONALER MATERIALPRÜFUNGS-KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

Vᵀᴴ INTERNATIONAL CONGRESS FOR TESTING MATERIALS, COPENHAGEN 1909.

XVII3

Supplément. — Ergänzungsheft. — Supplement.

ÉTUDE SUR LES SUBSTANCES APTES À PRÉSERVER DE LA ROUILLE LES CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES.

Par M. **Em. Camerman**, Bruxelles.

Introduction.

Le sous-commission instituée pour l'étude des substances aptes à préserver de la rouille les constructions métalliques a produit au Congrès de Zurich des rapports très-intéressants dans deux ordres d'idées différents.

Les uns indiquaient les produits et les méthodes d'application qui avaient donné de bons ou de mauvais résultats, on pouvait en déduire des renseignements utiles pour la pratique; les autres, répondant plus directement au but de l'association, indiquaient les méthodes capables de s'assurer de la qualité des produits essayés.

Au congrès de Bruxelles de 1906, notre collègue M. l'ingénieur Grittner, des chemins de fer Hongrois a, dans le second ordre d'idées, résumé d'une façon fort complète les épreuves à faire subir à l'enduit le plus connu, l'huile de lin.

Dans le rapport qui va suivre, j'ai pour but de rechercher le meilleur produit pour l'enduisage des surfaces métalliques parmi ceux qui sont actuellement en usage ou préconisés les méthodes d'essai proprement dites me paraissant suffisamment connues, tant par le mémoire de M. Grittner que par les publications de chimie analytique.

Digitized by Google

Essais pratiques.

Du rapport présenté en 1895 au Congrès du Zurich par M. Valat, ingénieur en chef des constructions métalliques à la Compagnie des chemins de fer de l'Est Français, je détache le passage suivant:

»Pour se rendre compte de la manière dont se comportent »diverses couleurs nouvelles préconisées comme antirouille, des »expériences furent entreprises le 17 août 1893 sous le pont de »la rue Lafayette à Paris, avec dix couleurs différentes. Ce pont »est particulièrement exposé aux fumées des locomotives et fut »choisi dans le but d'obtenir des résultats dans le délai le plus »court possible.

»Les enduits spéciaux étaient préparés par les inventeurs; »les couleurs au minium et à la céruse étaient reconnues pures à »l'analyse; les dix couleurs étaient appliquées l'une à la suite de »l'autre sur la même tôle au-dessus et dans le sens de la voie de »façon que chaque couche était également exposée à l'action cor»rosive de la fumée des locomotives.

»L'essai fut cloturé le 11 Mai 1894, c'est-à-dire après un »délai d'environ huit mois; l'examen donna lieu aux observations »suivantes:

»1. Une couche d'huile de lin, une couche de minium de »plomb puis deux couches de couleur grise à la céruse:

»Bonne résistance. Le fer n'est mis à nu nulle part; pour»tant la présence d'une très grande quantité de petits trous montre »que la couche inférieure s'est soulevée en soufflures et qu'ainsi »l'adhérence de minium au métal a été empêchée.

»2. Une couche de couleur au minium de fer d'Auderghem »(Belgique), puis deux couches au moyen de couleur grise à la »céruse:

»Cette couleur s'est très bien conservée et n'a pas subi la »moindre modification.

»3. Deux couches de couleur Horner (nouvelle couleur ren»fermant notamment de l'huile de lin et de l'oxyde de fer magné»tique):

»Cette peinture a bien résisté partout où la fumée n'a pas »agi directement; au milieu, la couleur est fortement attaquée.

Digitized by Google

»4. Couleur grise Bessemer, deux couches:

»L'enduit est fortement attaqué tant aux extrémités qu'au »milieu.

»5. Une couche de couleur Bessemer et une couche de »couleur grise Rosenzweig:

»Un peu moins attaquée que le No 4.

»6. Une couche de couleur Bessemer et une couche de vernis »brun Rosenzweig:

»Fortement attaqué sur toute la surface.

»7. Une couche de minium de plomb, puis une couche de »goudron mélangé d'essence de térébenthine:

»Fortement attaqué sur toute la surface.

»8. Une couche de minium de plomb, puis une couche de »goudron ordinaire.

»Fortement attaqué sur toute la surface.

»9. Une couche de minium de plomb et une couche de »couleur émail Lafond:

»La couleur émail est entièrement enlévée, reste la couche »au minium qui est assez bien conservée.

»10. Deux couches de couleur émail:

»Tout a disparu, le fer est entièrement rouillé.

»De ces résultats, on peut conclure qu'aucune des couleurs »nouvelles essayées ne possède les propriétés annoncées par les »inventeurs. Les enduits au goudron sont inutilisables. Les anciennes »couleurs à base de minium sont encore toujours les meilleures. »Il est à remarquer que le minium de plomb dont l'usage a été »introduit depuis quelques années dans la Compagnie paraît de »moins bon emploi que le minium de fer. Ce résultat est peut-»être attribuable à l'huile de lin pure, qui a servi à recouvrir le »fer en première couche et qui s'est opposé à la bonne adhérence »du minium de plomb au métal.

»Nous avons commencé de nouvelles expériences dans le »but de déterminer si la préférence doit être accordée au minium »de plomb ou au minium de fer.

(S) Leduncq.
Inspecteur des constructions métalliques.«

Digitized by Google

En Janvier 1897, je demandai à M. l'ingénieur en chef Valat, si les résultats des nouvelles expériences annoncées ci-dessus avaient été publiés. Voici sa réponse:

». . . . Nous n'avons rien publié sur nos essais de peinture. »Depuis environ deux ans, nous avons imposé l'emploi dans nos »constructions métalliques du minium de fer en première couche »par ce que les nouveaux essais auxquels vous faites allusion ont »montré d'une manière certaine que ce produit résistait mieux aux »fumées des locomotives que le minium de plomb.

»Nous exigeons pour le minium de fer une teneur de 70% »de peroxyde de fer; le produit en poudre doit être délayé dans »de l'huile de lin pure à laquelle on ajoute comme siccatif de »l'huile de lin cuite, l'essence de térébenthine doit être tout à fait »proscrite etc.«

Depuis lors j'ai fait moi-même des expériences avec dix nouvelles couleurs, parmi celles qui sont le plus préconisées en Belgique. Elles étaient appliquées l'une à la suite de l'autre sur un long panneau de fer préalablement décapé et divisé en douze parties égales, la onzième partie du panneau était peinte au moyen de minium de fer délayé dans de l'huile de lin bouillie, la douzième au moyen de minium de plomb délayé dans la même huile, le panneau fut exposé à l'air, au bout de quatre ans, les couches au minium de fer et au minium de plomb étaient seules intactes; les dix autres couleurs étaient partiellement attaquées, montrant le fer à nu en divers points marqués par des taches de rouille plus ou moins abondantes.

Ne tirons pas de ces résultats des conclusions prématurées, envisageons-les simplement comme des guides, des points d'appui pour nos raisonnements théoriques futurs; ceux-ci nous inspireront une confiance d'autant plus grande qu'ils auront été mieux confirmés par les résultats expérimentaux; inversement, si au cours de nos études nous rencontrons des procédés logiques en apparence mais dont les effets ont été néfastes dans les expériences pratiques, ils provoqueront un examen critique rigoureux. Dans cet ordre d'idées, il me parait intéressant de résumer dès à présent les constatations de M. Valat et les miennes.

Les résultats ont été mauvais:

avec les couleurs délayées dans un mélange d'huile de lin et d'essence de térébenthine;

Digitized by Google

avec les couleurs préparées au moyen de goudron et de ses dérivés;

avec les couleurs au blanc de zinc (émail);

avec les couleurs renfermant du sulfate de baryte;

avec les couleurs rendues siccatives au moyen de résinate de manganèse;

avec les couleurs au sulfure de zinc;

avec les couleurs à la lithopone (mélange de sulfure de zinc et de sulfate de baryte);

avec une couleur à l'huile de lin pure qui a présenté des soufflures.

Formation de la rouille sous les couches de peinture.

Le fer se rouille généralement par son contact avec l'air chargé d'humidité et d'acide carbonique; dans ces conditions il se forme de l'hydrocarbonate de fer.

L'hydrocarbonate de fer peut se produire a un état de division extrême; c'est le composé que l'on aperçoit à la surface de certains ruisseaux dont les eaux ont dissous une legère quantité d'hydrocarbonate de fer à la faveur d'un excès d'acide carbonique. A la surface du liquide ou l'acide carbonique en excès s'échappe, l'hydrocarbonate se précipite sous forme d'une couche infiniment mince de couleur irisée, ces couches coloriées ressemblent au pétrole versé en minimes quantités à la surface de l'eau.

L'irisation provient de ce que le sel d'abord à l'état ferreux possède une couleur verdâtre; il s'oxyde graduellement pour passer à l'état d'hydrate ferrique brun, ce sont les divers états intermédiaires ou les mélanges de ces couleurs qui produisent l'aspect irisé.

L'hydrate ferrique, dès qu'il est formé, par exemple sur une tôle de fer, agit comme oxydant, il cède de l'oxygène au fer environnant qu'il rouille et devient immédiatement apte à reprendre à l'air l'oxygène qu'il avait perdu pour repasser à l'état d'hydrate ferrique. Celui-ci peut céder une nouvelle quantité d'oxygène; son pouvoir oxydant peut ainsi être considéré comme indéfini.

Une observation attentive des tôles peintes en couleur claire montre a certains endroits des taches fortement nuancées. Elles sont dues à la „perméabilité“ locale de l'enduit; l'air l'a

Digitized by Google

„traversé“, y a produit la couche infinement mince d'hydrocarbonate irisé; la rouille s'est propagée par le mécanisme décrit plus haut, elle s'est accumulée jusqu'à ce que l'accroissement de volume ait fait crever la couche en un point par lequel le produit de décomposition sort, émerge sous forme d'une pointe brune.

Ces notions sur la formation de la rouille nous mettront immédiatement en défiance contre les échantillons de démonstration étalés dans les prospectus d'inventeurs et qui consistent en très fines plaques de tôle peintes aux couleurs les plus vives et les plus brillantes. Certaines de ces plaques ont séjourné dans un bain d'acide sulfurique dilué et leur aspect montre qu'elles n'ont rien perdu de leur nuance et leur éclat.

Ces épreuves en apparence si rigoureuses nous laisseront absolument indifférents; nous savons en effet que nous avons à protéger nos métaux contre un ennemi infinement plus subtil, dont l'action s'exerce de manière toute différente: Au lieu d'un „liquide“ en repos, sans effet sur la couche protectrice et dont le rôle ne se modifie jamais, nous avons à lutter contre un fluide „gazeux“ de température sans cesse variable, exerçant sur notre paroi défensive des tensions de sens fréquemment opposé, dont la répétition tend naturellement a produire des lésions exposées à s'agrandir; ce fluide gazeux en mouvement continuel, charrie les poussières microscopiques dont l'air est chargé et les projette d'un mouvement d'intensité variable, mais ininterrompu contre la couche protectrice, produisant ainsi l'effet peu visible et lent, mais progressif et fatal, qu'on appelle „l'usure.“

Ces effets de détérioration que je décris comme anodins et lents peuvent devenir violents et se traduire par de véritables contusions lorsque les gros grains de sable sont soulevés et chassés contre les ouvrages métalliques par le vent soufflant en tempête.

Nous en tirons cette première conclusion que les „peintures doivent avoir des propriétés préservatrices plus prononcées à l'extérieur qu'à l'intérieur des bâtiments“ où règne un air plus sec et plus tranquille. Ici l'on pourra sacrifier à l'esthétique, là les propriétés préservatrices devront être réalisées avant toutes les autres. Un enduit efficace et durable est si difficile à réaliser que l'on est forcé d'écarter impitoyablement tous les procédés qui diminuent son rôle protecteur.

Digitized by Google

Ecueils à éviter dans les enduits destinés à protéger le fer contre la rouille.

1. La couche appliquée peut manquer d'épaisseur depuis le moment de son application, ou du moins depuis le moment où elle est devenue sèche. On conçoit, que toutes choses égales, une couche mince résistera moins longtemps aux chocs infiniment petits des poussières atmosphériques et restera moins longtemps imperméable qu'une couche épaisse. Ainsi une couleur formée de minium et d'une huile fixe s'appliquera en une couche d'une certaine épaisseur qui restera sensiblement invariable jusqu'au moment de la dessication. Si à la même quantité de minium nous ajoutons la même quantité d'un liquide composé d'huile fixe et d'essence de térébenthine fluide et volatile, nous obtiendrons une couleur beaucoup plus fluide, s'appliquant sur la tôle en une couche beaucoup plus mince; cette couche, déjà réduite, perd encore par la volatilisation toute l'essence de térébenthine qui, ordinairement, forme la moitié de son volume. Au point de vue de l'usure, il est inutile d'insister sur l'infériorité de ces mélanges à liquides volatils.

Cet exposé très simple nous fait comprendre les motifs judicieux qui ont fait „proscrire l'essence de térébenthine" dans les couleurs employées à l'Est Français.

Nous pouvons ranger dans la même série de couleurs défectueuses „la presque totalité des couleurs au goudron" qui sont généralement formées d'un brai plus ou moin sec, dissous dans une huile essentielle, celle-ci est destinée à s'évaporer pour produire la dessication, mais la couche finale reste fort appauvrie.

2. La couche d'enduit peut diminuer d'épaisseur par le temps: Même après la dessiccation, c'est-à-dire après le moment où le doigt n'adhère plus, les couleurs au goudron perdent lentement et graduellement des éléments volatils. Cette perte jointe à celle qui est due à l'évaporation du dissolvant est une cause manifeste d'infériorité de ces enduits.

On peut objecter que si les couleurs à produits volatils ont uniquement le désavantage de donner des couches minces, le remède est facile, il suffit de recouvrir les tôles de couches plus nombreuses pour obtenir l'épaisseur désirée.

Digitized by Google

Le remède, outre qu'il est couteux, n'est pas toujours efficace. Pour les goudrons, le dissolvant de la deuxième couche délaye et enlève une partie de la première; au surplus, les évaporations ne s'effectuent pas toujours d'une manière régulière, c'est-à-dire en abandonnant une couche d'épaisseur uniforme: chaque départ d'un élément volatil produit un vide et nous aurions dans la couche semi-fluide autant de cavités qu'il y a de particules disparues si l'attraction moléculaire ne travaillait à réunir les éléments en voie de désagrégation; deux centres d'attraction voisins tirant chacun de leur côté tendent continuellement à tenir la masse pateuse à l'état agglomérè, malgré les vides incessants qui se produisent; finalement, entre les deux centres d'attraction, une ligne de partage se creuse, soit sous forme d'un sillon, soit sous forme de crevasse. Dans tous les cas ce phénomène du retrait donne lieu à une suite de points faibles, de brèches par où l'air humide aura rapidement accès.

Outre les couleurs a base de produits goudronneux, spécialement visés par les lignes qui précèdent, les huiles fixes, telles que l'huile de lin, peuvent après dessiccation, se décomposer en produits stables et produits lentement volatils. Ce fait qui sera exposé plus loin, nous montrera l'utilité de se débarrasser de ces éléments volatils avant la mise en oeuvre de l'huile, de façon à conserver le plus longtemps possible l'épaisseur de couche initiale. Ces conditions nous ameneront à la notion des huiles cuites ou bouillies.

3. La couche, tout en réalisant les conditions d'épaisseur que nous avions en vue plus haut, peut manquer d'élasticité.

Un tel enduit se prêterait mal aux mouvements de dilatation et de contraction que les métaux éprouvent par les variations de température et finirait par se crevasser. Il en est ainsi des brais de goudron secs dissous dans les huiles essentielles. L'huile de lin séchée forme au contraire une pellicule molle, élastique que l'on a souvent comparée à un fin cuir de mégisserie; il convient toutefois d'ajouter que cette pellicule durçit de plus en plus par le temps.

4. La couche d'enduit peut manquer de dureté, de résistance aux chocs des poussières, c'est-à-dire à l'usure.

Les deux qualités d'élasticité et de dureté que nous exigeons paraissent a première vue contradictoires. On parvient

Digitized by Google

toutefois à les concilier en empâtant dans un lit de matières molles et élastiques des poudres formées de grains durs; l'agglomérat ainsi constitué réalise parfaitement les deux conditions qui paraissent s'exclure.

Ces considérations nous amènent en désaccord avec les théoriciens qui regardent la couche d'huile de lin comme seule efficace et qui considèrent les matières en poudre comme de simples pigments destinés à flatter les yeux, mais dont le rôle utilitaire serait nul: La pellicule molle d'huile de lin séchée est beaucoup plus sujette à l'usure et par conséquent a la perméabilité que cette même pellicule recouverte de grains d'oxydes métalliques durs.[1]) La peinture à l'huile de lin pure ne se justifie que dans certains cas exceptionnels, par exemple pour la première couche des assemblages métalliques qui doivent être soumis à examen pour juger du fini d'exécution longtemps après la mise en oeuvre. Il importe que l'ouvrage soit soustrait à l'oxydation pendant le temps qui s'écoule entre l'achèvement et la réception; l'application d'un enduit mélangé de pigments serait de nature à cacher les défauts ou lésions au réceptionnaire. Dans ce cas, il est recommandable d'appliquer sur le fer décapé de l'huile de lin ayant bouilli et aussi chaude que possible. En cet état l'huile de lin entre en combinaison avec le fer et contracte avec le métal une liaison et partant une adhérence parfaite.

5. La couche d'enduit peut être sujette à se lézarder et à présenter ainsi des solutions de continuité.

Cet accident est attribuable à deux causes principales:

a) Les poudres mélangées à l'enduit n'adhèrent pas suffisamment à ce dernier et s'en séparent pendant les dilatations et contractions inévitables; nous aurons à passer en revue les substances qui contractent avec l'huile de lin la liaison la plus stable.

b) L'enduit lui-même peut se décomposer; cette altération est due presque toujours à des phénomènes de polymérisation et de dépolymérisation. Nous verrons plus loin, dans l'étude de l'huile de lin, des exemples de polymérisation, de combinaisons de plusieurs molécules d'une même substance. Ces accumulations de plusieurs molécules, sont traduites par des formules chimiques

[1]) Dans son rapport présenté au Congrès de Stockholm, M. Tetmayer, préconisait les enduits à l'huile de lin pure.

Digitized by Google

à plusieurs chainons très complexes reliés par des soudures ordinairement très faibles. Dans l'ordre physique, ces polymères sont caractérisés par des propriétés de viscosité, de consistance croissantes au fur et à mesure que la polymérisation s'accroit, c'est-à-dire que le nombre de molécules reliées entre elles grandit.

Les enduits pour peinture sont fréquemment formés de matières hydrocarbonées polymérisées de consistance relativement épaisse.

Pour des raisons peu connues, ces molécules de polymères très complexes réunies par de faibles points de soudure peuvent se dépolymériser, c'est-à-dire se séparer et alors on assiste à la destruction de tout l'édifice moléculaire qui se réduit jusqu'à ses éléments constitutifs les plus simples. Le phénomène est analogue à celui de la destruction des molécules albuminoïdes très complexes sous l'influence d'un ferment. L'hydrogène, le carbone et l'azote engagés dans les combinaisons les plus compliquées et du plus haut poids moléculaire se retrouvent à la suite de la destruction sous la forme des composés les plus simples de la chimie: CH^4, H^2S; CO^2, H^3N, etc Il en est de même des huiles, des résines, des caoutchoucs polymérisés, puis dépolymérisés. Le produit de la décomposition de ces hydrocarbures complexes renferme les hydrocarbures les plus simples de la série grasse.

Comme on le sait, ces hydrocarbures sont des dissolvants relativement énergiques, aussi dissolvent-ils les parties de l'enduit restées inattaquées et la couleur relativement sèche se ramollit à mesure que le dissolvant est engendré et finit par devenir complètement fluide: on dit que la couleur est sujette à „poisser."

Le „poissement" nous apparaît donc comme la dissolution de la matière par des hydrocarbures simples engendrés au cours de la dépolymérisation.

Le phénomène ne s'arrête pas là; ces hydrocarbures simples sont relativement volatils, ils s'évaporent[1]) et leur départ se manifeste sous forme d'un vide ainsi que nous l'avons exposé au 2°.

Dans ce cas particulier les vides se manifestent presque toujours sous forme de crevasses réticulaires, chaque crevasse formant une ligne de partage entre deux centres d'attraction.

[1]) Livache a observé le fait que certaines huiles épaisses augmentaient de poids au cours de la dessiccation, puis devenant visqueuses, perdaient de leur poids.

Digitized by Google

6. Les poudres doivent être intimement unies à l'enduit liquide: le lien le plus étroit, celui qui résiste le mieux aux tendances de séparation, sous influence des dilatations et des contractions est la combinaison chimique.

7. Ni l'enduit, ni la poudre ne doit être chimiquement attaquable par les agents atmosphériques: l'oxygène de l'air, ses gaz nitreux et surtout les produits sulfurés provenant des foyers de combustion des grandes agglomérations, les poudres à base de zinc: oxyde de zinc, sulfure de zinc, lithopones (mélanges de sulfure de zinc et de sulfate de baryte) laissent particulièrement à désirer sous ce rapport.

Au cours de cette énumération des défauts des enduits pour peinture, nous avons déjà élagué plusieurs produits: les dérivés du goudron, l'essence de térébenthine, les poudres inertes sans combinaison possible avec les enduits, les poudres instables tels que les produits à base de zinc; il nous reste ainsi uniquement à étudier, du moins dans l'état actuel de nos connaissances, les variétés d'huile de lin, les siccatifs et les poudres susceptibles d'un mélange intime avec l'huile de lin.

Huile de lin.

L'huile de lin est un glycéride de l'acide linoléique. Elle a pour formule:

$$\left.\begin{array}{l} CH^2\ OC^{18}\ H^{31}\ O \\ | \\ CH\ \ OC^{18}\ H^{31}\ O \\ | \\ CH^2\ OC^{18}\ H^{31}\ O \end{array}\right\} \text{ trilinoléine} \qquad 1)$$

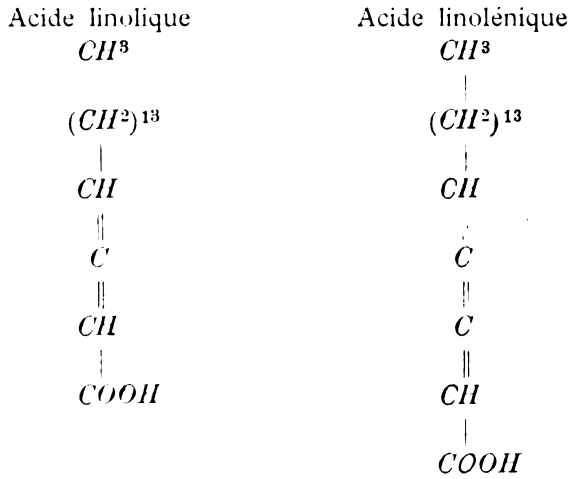
Pour la simplicité, nous écrirons cette formule sous la forme:

$$\left.\begin{array}{l} CH^2 \\ | \\ CH \\ | \\ CH^2 \end{array}\right\} \text{ linoléate} \qquad 2)$$

Nous nous représentons donc l'huile de lin comme un linoléate du radical glycéryle et nous rappelons que l'acide linoléique ste en réalité formé de deux acides: l'acide linolique et l'acide

Digitized by Google

linolénique. »Ce sont deux acides non saturés« représentés par la formule suivante:



3)

Propriétés: A. L'huile de lin se compose principalement de trilinoléine ou glycéride de l'acide linoléique.

Elle renferme en outre, comme l'a démontré Mulder, de la trioléine et en outre des mucilages de la composition n (C^{16} H^{10} O^5).

B. Le radical glycéryle $CH^2-CH-CH^2$ ou C^3H^5 (formule 2) est très instable, par l'exposition de l'huile à l'air ou à la chaleur, il s'oxyde, se déshydrate et le produit de décomposition est formé en majeure partie d'eau et d'acroléine.

C. L'acide linoléique ou mélange d'acide linolique et linolénique, non saturés (formule 3) est caractérisé par la présence d'atomes de carbone à double soudure. Ces atomes de carbone sont particulièrement aptes à fixer l'oxygène $C=C$ avec O donne:

$$\begin{matrix} C & - & C \\ & \diagdown O \diagup & \end{matrix}$$

D. De même que les atomes de carbone non saturés peuvent fixer l'oxygène, le soufre, le chlore, le brome, l'iode de même ils peuvent fixer une molécule entière d'acide linoléique (polymérisation).

Digitized by Google

Processus de la Dessiccation. Lorsqu'une huile de lin est soumise à des agents oxydants, l'oxygène s'y fixe suivant C. et le produit d'oxydation est solide.[1]) Lorsque l'huile de lin passe de l'état liquide à l'état solide, on dit vulgairement qu'elle sèche. Il doit être bien entendu que la dessiccation ne provient pas comme dans les cas usuels de l'évaporation d'un dissolvant fluide, mais au contraire d'addition d'oxygène. L'huile de lin en se solidifiant augmente de poids; le fait a été démontré expérimentalement notamment par MM. Mulder, Lippert, etc. Cet enduit est donc absolument exempt du vice mentionné au 2° de l'énumération des défauts à éviter.

Voici les résultats d'une expérience effectuée par M. Lippert en appliquant une mince couche d'huile de lin sur une plaque de verre tarée:

Oxygène absorbé % en poids:

	Nombre de jours										
	2	3	4	5	8	9	10	16	21	22	25
Huile sirupeuse . .	0,13	1,00	2.33	4,50	6,62	7,39	7,60	8,74	9,00	9,27	9,60
Huile vieille . . .	0,64	1 27	3,06	8,56	12.15	sec	—	—	—	—	—

Il est à noter que pour l'huile vieille qui renferme encore une certaine partie des éléments du radical glycéryle, l'augmentation de poids constatée est la somme algébrique:

d'une diminution de poids par décomposition des éléments de la glycérine suivant B;

d'une augmentation de poids par addition d'oxygène suivant C.

La décomposition du radical glycéryle s'effectue pendant les premiers jours, c'est ce qui explique la faible augmentation de poids pendant cette période.

[1]) Pour la constitution de ces produits d'oxydation, voir Dieff & Reformatsky (Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, vol XX p. 1211) & Hazura (Monatschrift für Chemie, vol. VII, p. 637, vol. VIII, pp. 147 à 156.)

Digitized by Google

L'huile sirupeuse, mentionnée dans l'expérience de M. Lippert, doit sa propriété d'être épaisse et visqueuse à la polymérisation, c'est-à-dire au fait que les atomicités du carbone ont été saturées par les molécules entières d'acide linoléique (suivant C et D) de façon qu'elles ont perdu partiellement l'aptitude à fixer l'oxygène: la faible augmentation du poids, pendant vingt cinq jours, le montre d'une manière très concluante.

Essais de dessiccation. Des expérimentateurs ont préconisé des essais de dessiccation sur plaques de verre pour s'assurer de la pureté de l'huile de lin. Il existé des divergences de vues au sujet du laps de temps à tolérer pour la dessiccation d'une huile de lin pure. Dans les rapports présentés au Congrès de Zurich de l'Association Internationale, pour l'essai des matériaux de construction, M. Amsel préconisait un maximum de trois jours, alors que d'autres expérimentateurs exigent une dessiccation au bout d'un temps moindre. En réalité, suivant la provenance des graines, les huiles de lin renferment l'acide oléique, linolique et linolénique en proportions variables; leur aptitude à absorber l'oxygène, c'est-à-dire à sécher, diminue avec la proportion d'acide linolique et surtout oléique, qu'elles contiennent.

C'est ainsi que les graines d'huile de lin de la Plata fournissent une huile moins siccative que nos huiles indigènes; la nature des deux plantes est même visiblement différente: Celle de la Plata forme un véritable arbuste dont on ne peut retirer de fibres textiles; on ne la cultive que pour la graine.

L'expérience de dessiccation peut donc laisser le champ à de légères erreurs, concernant le degré de pureté d'une huile de lin, mais elle fournit des renseignements fort précieux sur sa qualité.

Variétés d'huile de lin.

Huile de lin vieille. On l'obtient en la laissant séjourner longtemps dans des citernes découvertes. Elle s'y dépouille des mucilages cités en A et se décompose granduellement suivant la réaction mentionnée en B. Au cours de cette transformation, l'huile de lin gagne continuellement en qualité au point de vue de la peinture. En effet, par le dépot de mucilages, elle est devenue plus claire, elle a été débarrassée de plus en plus d'éléments instables et volatils (radical glycéryle) et ainsi nuisibles comme

Digitized by Google

nous l'avons vu en étudiant les défauts à éviter; en outre, une huile vieille, c'est-à-dire partiellement décomposée à l'air suivant B, sèche plus rapidement qu'une huile fraiche. Au cours de la dessiccation de cette dernière, une partie de l'oxygène ambiant sert à la décomposition du radical glycéryle, le reste seulement agit comme oxydant de l'acide linoléique, c'est-à-dire comme agent de dessiccation. L'huile, ainsi améliorée au point de vue de la peinture, se distingue par sa grande limpidité, sa faible coloration, elle est devenue très pâle.

Huile de lin cuite. Lorsque l'huile de lin est soumise uniquement à l'influence de la chaleur, c'est à dire qu'elle est soustraite en même temps à l'action de l'oxygène de l'air, les atomes de carbone non saturés se soudent aux atomes correspondants d'une autre molécule suivant B; il en résulte des molécules doubles triples, etc., de véritables chainons reliés par des points de soudure faible. Ces molécules répresentées dans l'ordre chimique par des formules a poids atomique très élevé se présentent dans l'ordre physique sous une forme ou un état de plus en plus épais et consistant.

Nous venons de citer ainsi deux modes de transformations de l'huile de lin. Par l'oxygène, elle s'oxyde et elle durçit. Par la chaleur elle se polymérise et s'épaissit.

On conçoit que les deux actions puissent être simultanées et que d'après leur intensité ou la prépondérance de l'une sur l'autre, on puisse obtenir toutes les variétés, toute la gamme d'huiles siccatives, d'huiles épaisses ou d'huiles jouissant simultanément de deux propriétés.

Lorsqu'on fait bouillir de l'huile en faisant traverser la masse par un courant d'air chaud, on obtient des résultats analogues à ceux qui caractérisent l'huile de lin vieille. Les éléments du radical glycéryle peuvent être totalement éliminés, l'oxydation est plus prononcé; ordinairement l'huile est devenue plus foncée, c'est l'huile de lin cuite ordinaire.

On la fabrique parfois en faisant simplement bouillir de l'huile de lin à l'air libre, en se basant sur cette considération que la partie superficielle très divisée par l'ébulition s'oxyde facilement au contact de l'air ambiant. Cette opération est assez dangereuse, car on risque de produire plus de polymérisation que d'oxydation, ainsi qu'on le verra plus loin. C'est ainsi qu'il faut

Digitized by Google

interpréter l'observation signalée dans le célèbre mémoire lu en 1850 par Chevreuil à l'Académie des Sciences[1]) et inexpliquée alors: »L'huile de lin cuite pendant cinq heures est inférieure comme siccatif à l'huile qui n'a été chauffée que pendant trois heures.«

Huile de lin cuite a la litharge ou au peroxyde de manganèse. Si pendant l'ébullition de l'huile, au lieu de la faire traverser par un courant d'air on la mélange d'oxyde de plomb ou de péroxyde de manganèse, ces derniers se substituent au radical glycéryle dont les produits de décomposition (eau, acroléine, acides carbonique et formique) s'évaporent; il se forme du linoléate de plomb ou de manganèse. Lors de son application, l'huile ainsi formée ne perd plus aucun de ses éléments par volatilisation, elle sèche rapidement, il est probable que les oxydes de plomb ou de manganèse agissent comme oxydants et reprennent continuellement à l'air l'oxygène au fur et à mesure qu'ils le cèdent à la molécule linoléique, c'est l'huile de lin cuite à la litharge ou au péroxyde de manganèse. On lit dans le mémoire de Chevreuil cité plus haut: »L'huile de lin additionnée d'huile cuite au manganèse et mise dans un espace clos en présence d'air absorbait de celui-ci la totalité de l'oxygène et ne laissait que de l'azote. La puissance d'absorption, rapportée à 100 volumes d'huile était pour l'huile de lin seule, de 9,4, tandis que pour l'huile additionnée d'hu ilemanganésée elle s'élevait à 100.«

Si, avant d'ajouter l'oxyde de plomb ou de manganèse, on fait bouillir l'huile à l'abri de l'air, elle se polymérise et s'épaissit; par l'introduction subséquente de l'oxyde métallique on la transforme partiellement en linoléate de plomb ou de manganèse doué des propriétés siccatives dont il vient d'être parlé dans le cas précédent. En réalité dans la première phase une partie des atomes de carbone reliés par double soudure se sont soudés à des molécules voisines pour produire des polymères avec épaississement de la masse; dans la deuxième phase, les oxydes métalliques ont formé des linoléates métalliques avec oxydation des atomes de carbone à double soudure qui n'avaient pas été saturés par la réaction de polymérisation interrompue à la fin de la première phase. On obtient ainsi un très beau produit, s'étendant en couches

[1]) Recherches expérimentales sur la peinture à l'huile.

Digitized by Google

relativement épaisses sous le pinceau, sèchant rapidement, stables, c'est-à-dire ne perdant aucun de ces éléments par volatilisation, élastique, mais souvent un peu foncée, ce qui ne présente aucun inconvénient pour l'enduisage de surfaces métalliques exposées à l'air libre. Nous l'appellerons l'huile de lin épaissie et cuite à litharge.

Standolie. Si la première phase (à l'abri de l'air) n'avati pas été interrompue, mais prolongée jusqu'à saturation presque complète par polymérisation des atomes de carbone à double soudure, on eut produit une huile très épaisse, n'offrant plus guère de prises à l'oxygène de l'air, c'est la standolie des Hollandais.

Cette huile ne sèche pas; elle est très belle, très épaisse, on ne peut s'en servir qu'en mélange avec d'autres huiles très oxydantes; le mélange sèche alors, mais l'enduit conserve une certaine mollesse et une grande élasticité.

Glu. Cette même opération poussée plus activement par la chaleur et la durée aboutit à une condensation de plus en plus prononcée de la masse, elle devient très consistante, visqueuse et collante, c'est la glu.

Siccatif. Si l'on pratique l'opération de la cuisson de l'huile de lin avec l'oxyde de plomb ou le peroxyde de manganèse d'une façon intensive, j'entends par là, si on active le feu; qu'on prolonge son action, qu'on fait intervenir une plus forte proportion d'oxyde métallique, on finit par obtenir un produit qui possède à chaud la consistance d'une glu corsée, et qui à froid est dur et cassant. Si l'on ajoute à ce produit chaud et encore pâteux une forte proportion d'essence de térébenthine, on obtient du siccatif. Ce produit exerce son effet sur les couleurs par la grande quantité d'oxydes métalliques qu'il renferme et qui paraissent agir comme des véhicules d'oxygène: L'oxyde de plomb ou de manganèse s'empare de l'oxygène atmosphérique et le transmet à l'huile en se réduisant et en s'oxydant alternativement. Notons en outre que le siccatif est une huile condensée à l'excès, c'est-à-dire fortement polymérisee (suivant D).

Danger des siccatifs. Le tableau suivant résume une expérience de Lippert sur la dessiccation des huiles additionnées de différentes quantités de siccatifs. Au lieu de prendre du siccatif comme véhicule de l'oxyde de plomb, l'auteur introduit des quan-

Digitized by Google

tités variables d'oxyde de plomb dans l'huile; ces quantités n'ont pas été complètement absorbées. On peut uniquement conclure que les huiles citées sous les Nos: **1, 2, 3, 4**, sont rangées par ordre décroissant de leur richesse en siccatif. Citons textuellement[1]):

»Des portions de 25 centimètres cubes d'huile de lin ont »été cuites avec différentes quantités d'oxyde de plomb à la »température de 220 à 230°. La dissolution de l'oxyde de plomb »n'a pas été complète. Il s'est formé une masse résineuse à la »surface et un dépôt au fond du vase. Suivant la quantité d'oxydet »de plomb ajoutée les huiles cuites étaient plus ou moins foncées, »et par le dépôt prolongé, les quatre préparations ont fourni des »dépôts considérables. Les expériences ont été faites au mois de »Juillet, par un temps couvert dans les mêmes conditions que »l'expérience page 16.«

Numéro	100 cm³ d'huiles ont été cuits avec %	Huile par cm³ en grammes	Oxygène absorbé		
			après 23 h. %	après 29 h. %	après 49 h.
1	6,8 PbO	0,0989	12 3	sec	sec
2	2,5 »	0,1086	12,7	»	»
3	1,1 »	0 0935	13,5	13.9	»
4	0.34 »	0,0858	8,5	11,1	14.5

»Plus la quantité de siccatif ajoutée était grande, plus le »maximum de poids était atteint rapidement et plus la quantité »d'oxygène absorbée était petite.

»Malgré la différence considérable entre les quantités de »siccatif ajoutées, les Nos. 1 et 2 ne différaient pas beaucoup »entre eux. Le maximum de poids atteint, les deux enduits étaient »également durs. Mais au bout de quatre semaines, le **No 1** est »devenu poisseux, tandis que le No 2 n'était pas aussi dur que »les Nos 3 et 4. Dans la pratique on sait depuis longtemps qu'une »addition d'une trop forte quantité de siccatif détermine une des-

[1]) Zeitschrift fur angewandte Chemie, 1898. p. 412.

Digitized by Google

»siccation plus rapide de l'enduit, mais rend aussi celui-ci sujet à »devenir poisseux.«

Huiles et siccatifs au résinate de manganèse. La siccativité peut être produite non seulement par l'action des oxydes métalliques sur l'huile de lin, mais aussi par le borate, l'acétate ou le résinate de manganèse.

L'expérience montre que toutes les préparations au résinate de manganèse sont sujettes à se dépolymériser; les couleurs qui renferment ce sel finissent par poisser et par se crevasser suivant le processus décrit plus haut à propos des défauts à éviter dans les peintures; tous les observateurs en ont remarqué des exemples nombreux, j'ai pu en noter personnellement en quantité suffisante pour proscrire absolument cet ingrédient.

Citons encore à ce propos l'expérience de siccativité suivante, relatée par Lippert et exécutée dans les mêmes conditions que celles des tableaux précédents.

Numéro	Résinate dans 100 cm³ d'huile %	Huile par 100 c c grammes	Oxygène absorbé				
			après 16 h. %	après 36 h. %	après 40 h. %	après 55 h. %	après 80 h. %
1	5,2	0,1108	6,46	14,02	malléable	sec	sec
2	3,6	0,1276	6,6	14.45	»	»	»
3	1,5	0,1338	4,89	15,48	15,69	»	»
4	0,53	0,1290	2,1	15,97	16.87	17,00	»

»Tant que l'huile augmentait de poids, elle n'était pas sèche »au toucher. Elle ne pouvait être considérée comme sèche, qu'une »fois le maximum de poids atteint. Après ce moment, en essayant »les enduits par l'apposition de la main, je n'ai pu constater »aucune différence entre eux, mais au bout de quatre semaines »j'ai trouvé que le No 1 l'était devenu poisseux, tandis que les »autres tombaient. Je ne m'explique pas le cause de ce pois»sement.«

Essence de térébenthine. On cite souvent l'essence de térébenthine comme jouissaint de propriétés siccatives; elle n'en

Digitized by Google

possède aucune, n'exerçant par elle-même aucune action oxydante. Si une huile additionnée d'essence de térébenthine sèche plus rapidement qu'une qui en est exempte, c'est qu'étant plus diluée, elle s'est étendue après évaporation de l'essence sur une plus grande surface et se trouve ainsi en contact avec une plus grande quantité d'oxygène. Nous avons vu que cette extension en surface s'opère au détriment de l'épaisseur de la couche et que pour ce motif l'essence de térébenthine est à proscrire des peintures exposées à la rouille.

De l'examen des propriétés des diverses préparations d'huile de lin que nous venons d'étudier, se dégage déjà cette première conclusion que l'huile de lin réunit à un très haut dégré les conditions qu'au début de cette étude nous avons éxi gées d'une couleur préservatrice; dans nos conclusions finales, il nous reste à fixer notre choix sur la variété d'huile de lin à adopter dans la pratique.

Dans ce but, faisons le bilan des avantages et des inconvénients qui caractérisent chacune de ces variétés:

L'huile de lin crue et bien clarifiée est relativement pâle, de réception facile et courante. Mais elle est un peu plus fluide que l'huile bouillie et s'étend ainsi en couches un peu plus minces; elle perd aussi pendant l'oxydation 6 à 8% des produits de décomposition du radical glycéryle.

L'expérience montre que l'enduit à l'huile de lin crue appliqué sur fer se soulève quelquefois en soufflures, surtout pendant les périodes de chaleur[1]); je l'attribue à ce fait que pendant que la couche superficielle de l'enduit relativement épais devient consistante par l'oxydation, la partie inférieure perd les 6 à 8% de produits de décomposition sous forme de gaz, qui, par la chaleur, se dilatent et acquièrent une tension suffisante pour soulever la pellicule encore molle, mais imperméable qui peut être suffisamment résistante pour fournir une ampoule ou qui peut se briser. Cet inconvénient ne se présente pas avec l'huile de lin crue diluée de 50% d'essence de térébenthine, ni avec l'huile de

[1]) Voir la finale de la lettre de M. Leduneq, page 3.

Digitized by Google

lin cuite à la litharge; en effet, dans la couche très mince d'huile délayée par l'essence de térébenthine, ces produits s'évaporent avec l'essence sans laisser de traces visibles de leur passage à travers le milieu perméable. L'huile de lin cuite à la litharge est exempte de ces produits susceptibles de décomposition.

L'huile de lin vieille est très claire, perd très peu par l'oxydation, seche assez rapidement, est supérieure à la précédente. On la trouve difficilement dans le commerce.

L'huile de lin simplement bouillie à l'air, présente avec les variétés précédentes trop peu de différences pour qu'il y ait lieu de s'en préoccuper.

L'huile désignée sous le nom de standolie de Hollande est claire et très épaisse, mais elle sèche très mal, on ne peut l'employer que comme matière additive dans la proportion de 20 à 30%.

L'huile de lin épaissie et cuite à la litharge ou au peroxyde de manganèse, est relativement épaisse, ne perd plus rien au cours de la dessiccation, ne se soulève pas en ampoules, elle est suffisamment siccative pour se passer dans la plupart des cas de siccatifs artificiels, mais elle est de couleur très foncée.

C'est cette dernière variété que nous préconisons pour toutes les couleurs destinées à recouvrir le fer, lorsque la nuance n'a pas d'importance est qu'on peut surveiller sa qualité. Elle doit être absolument exempte de résinate de manganèse.

Pigments.

Passons maintenant en revue les diverses poudres ou pigments que l'on peut mélanger à l'huile de lin. Ici nous devons nous guider par l'expérience: Des essais personnels m'ont démontré que la céruse mélangée de poudres inertes telles que le sulfate de baryte, dans les proportions de 25, 50 et 75% de sulfate de baryte, résistait à la rouille presque exactement en raison directe de sa richesse en céruse, c'est-à-dire que sur des panneaux en fer peints, dans les mêmes conditions et examinés à certaines périodes de la durée d'éxperience, les taches paraissaient d'intensité sensiblement proportionnelle à la proportion de sulfate de baryte.

Les couleurs à la céruse, au minium de fer, au minium de plomb et au graphite ont le mieux résisté, l'oxyde de zinc leur

Digitized by Google

est fort inférieur, le sulfure de zinc et le lithopone (mélange de sulfure de zinc et de sulfate de baryte) ne valent rien.

J'attribue la haute valeur de la céruse et du minium de plomb à leur propriété d'entrer en combinaison avec l'acide linoléique. Le minium de fer s'y combine peut-être partiellement, mais on ne saurait le démontrer à ma connaissance; si la combinaison se produit, la quantité de fer combinée est faible, mais il suffit qu'elle existe pour qu'on se représente l'union du grain solide avec le liquide durçi, non plus comme une juxtaposition, mais comme une pénétration. L'huile est entrée dans le grain d'oxyde de fer, elle y plonge ses racines, elle y tient comme la peau tient à la chair. Avec les poudres inertes, on a que des unions par juxtaposition que les moindres mouvements de dilatation ou de contraction parviennent à disloquer; les solutions de continuité ainsi engendrées sont autant de brèches ouvertes aux agents atmosphériques producteurs de rouille. L'explication des qualités du graphite ne peut ne trouver que dans ses propriétés physiques, peut-être dans sa structure poreuse, peut-être aussi comme le suggérait M. Hannover de Copenhague dans cette aptitude aux dilatations qu'on a reconnue au graphite qui prend naissance dans les fontes.

Conclusion.

A mon avis, dans l'état actuel de nos connaissances, les meilleures conditions à imposer pour une peinture destinée à préserver les ouvrages métalliques contre la rouille sont les suivantes:

La couleur sera formée de minium de fer[1]) délayé dans l'huile de lin cuite[2]) à l'exclusion d'essence de térébenthine.

---

[1]) Le minium de fer sera moulu à l'état de poudre impalpable conformément à un modèle à déposer; en tous cas, la finesse est suffisante lorsqu'en la delayant dans l'eau sur une plaque de verre à l'état d'une pâte très fluide et qu'en frottant avec le doigt on ne perçoit pas la présence de grains. Le minium contiendra au moins 75% d'oxyde ferrique pur et sera exempt de soufre.

[2]) L'huile de lin cuite, proviendra d'huile de lin claire et pure; bouillie avec de la litharge ou du peroxyde de manganèse jusqu'à atteindre un poids spécifique de 0,939 au minimum. Appliquée en mince couche sur une plaque de verre, elle sera parfaitement sèche au bout de vingt quatre heures. Elle ne pourra contenir de résinate de manganèse et sera fournie claire et sans dépôt.

Digitized by Google

L'autorisation d'ajouter du siccatif et le cas échéant * a détermination de la quantité sera laissée à l'appréciation du directeur des traveaux.[1])

D'après mes expériences, on obtient d'aussi bons resultats en remplaçant le minium de fer par le graphite. Dans ce cas, le graphite en poudre impalpable doit renfermer au moins 55% de carbone.

La quantité de poudre à mélanger à l'huile de lin peut être laissée à l'appréciation des ouvriers peintres.

---

[1]) En vue de l'emploi éventuel du siccatif, le directeur peut faire peindre trois ou quadre jours avant le commencement du travail avec les matériaux approvisionnés un premier panneau avec la composition prescrite sans siccatif, un second avec 1,5 p. c. de siccatif, un troisième avec 3 p. c. de siccatif. Il choisirait la composition d'après la durée de dessiccation qui répond à ses désirs. Cette durée dépend de la température, de la nécessité de préserver rapidement la couleur de la poussière qui peut régner de l'urgence d'appliquer la seconde couche, etc. On ne perdra pas de vue que les couleurs renfermant le moins de siccatif sont les meilleures.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XVII 4

EIN WORT FÜR DIE INTERNATIONALE ERFORSCHUNG VON ANSTRICHMASSEN FÜR EISEN UND STAHL.

Von **J. Cruickshank Smith**, B. Sc., F. C. S., London.

(Übersetzung aus dem Englischen.)

Der Schutz der Metallkonstruktionen ist nicht bloß für Architekten und Ingenieure, sondern auch für die Bauherren ein Gegenstand von so großer und offenkundiger Bedeutung, daß es überraschend ist, bis vor verhältnismäßig kurzer Zeit nur wenig wissenschaftliche Tatsachen und verläßliche Berichte zu finden, welche bei der Wahl und bei der Würdigung von Rostschutzmitteln von Nutzen sein könnten. Dieser Gegenstand hat indessen seit kurzem die Aufmerksamkeit der Technikerschaft in vielen Teilen der Welt geweckt, und da Anzeichen vorhanden sind, daß einige der erzielten Ergebnisse im Laufe der Zeit die herrschenden Ansichten und Verfahren beeinflussen oder gar umstoßen könnten, so scheint der Zeitpunkt geeignet, dem Internationalen Verband die gegenwärtige Sachlage vorzuführen und einen Forschungsweg anzudeuten, welcher, im Rahmen der Aufgaben des Internationalen Verbandes gelegen, geeignet ist, einen wesentlichen Fortschritt in dem gemeinsamen Besitzstand technischen Wissens herbeizuführen. Wenn die Darstellung des Gegenstandes imstande ist, das Interesse für ihn zu wecken und einen Meinungsaustausch anzuregen, welcher zu einer Tat führt, so würde mein Zweck erreicht sein.

Digitized by Google

Ich möchte darauf hinweisen, daß die Faktoren, welche vornehmlich den Wirkungsgrad eines Rostschutzmittels bestimmen, unter einen der vier folgenden Punkte fallen:

1. die chemische Zusammensetzung des Anstrichs;

2. die physikalischen und mechanischen Eigenschaften des Anstrichs und der durch ihn erzeugten Schutzhaut;

3. die auf der zu schützenden Oberfläche vorhandenen oder hervorgerufenen Zustände und Einflüsse;

4. die Bedingungen, welche durch die Aufstellung im Freien, durch die klimatischen und atmosphärischen Einflüsse und Ähnliches gegeben sind und die wir als Verhältnisse bei der Verwendung bezeichnen wollen.

Ich möchte, um die Sache klarzulegen, kurz über jeden dieser Punkte berichten und den heutigen wissenschaftlichen und technischen Standpunkt darlegen.

I. Zusammensetzung des Anstrichmittels.

Wenn auch die Meinungen über das theoretisch beste Pigment, oder besser gesagt die theoretisch beste Mischung von Pigmenten für die Erzeugung von Anstrichmassen noch schwankend ist, so scheint doch die allgemeine Meinung, unbeschadet mehr weniger offenkundiger Vorbehalte, dahinzugehen, daß die Zusammensetzung des Anstrichs weniger wichtig ist als ihr physikalischer Zustand, und daß ein Pigment oder eine Pigmentmischung als die Grundlage für den Anstrich in dem Maße wirksamer ist als eine andere, in welchem sie die Neigung hat, gewisse physikalische und mechanische Wirkungen in der äußersten schützenden Haut zu erzeugen. Die letzte Aufgabe ist daher die Auswahl einer solchen Pigmentmischung, in einer geeigneten Flüssigkeit verteilt, (wobei der Anstrich als Ganzes die nötigen physikalischen Eigenschaften besitzt), welche unter den bekannten Verhältnissen der Verwendung im Freien und des Klimas eine befriedigende Schutzhaut geben. Diese Frage kann nur durch Versuche im Freien gelöst werden.

II. Physische und mechanische Eigenschaften.

Es wird heute allgemein anerkannt, daß die Feinheit der Mahlung und die Gleichmäßigkeit des Korns der Pigmentteilchen, die Viskosität des Anstrichs, die Elastizität gegen Widerstand der Anstrichschichte, ihre Undurchlässigkeit gegen Feuchtigkeit

Digitized by Google

und Gase von hauptsächlichster Bedeutung für die Frage sind, ob eine Anstrichmasse ihrer Aufgabe als schützender Überzug gerecht wird. Ich möchte in dieser Hinsicht auf die großartige, jüngst abgeschlossene, aber noch weitergeführte wissenschaftliche Arbeit der Forschungssektion der vereinigten amerikanischen Anstrichfabrikanten und verschiedener Ausschüsse des amerikanischen Material-Prüfungs-Verbandes hinweisen. Die offiziellen Veröffentlichungen dieser beiden Körperschaften sind überreich an technischem Material, das niemand außeracht lassen dürfte, der darauf Anspruch macht, in dieser Sache am Laufenden zu sein.

III. Beschaffenheit der Oberfläche, auf welcher der Anstrich angebracht wird.

Die jüngsten Untersuchungen über das Rosten von Eisen und Stahl und speziell die Ausgestaltung der elektrolytischen Theorie des Rostens, die besonders durch die Arbeiten von Doktor A. S. Cushman und Dr. W. H. Walker u. a. gefördert wurde, hat die Ansicht noch mehr bestärkt, daß, wenn auch die Zusammensetzung des Anstrichs oder eines Pigments nicht übersehen werden darf, die physikalischen Eigenschaften des Anstrichs und der Schutzhaut ein Gegenstand von mindestens ebenso großer Wichtigkeit ist. Es wirft sich ferner die Frage auf, worin vornehmlich der Unterschied in der Zusammensetzung und den physikalischen Eigenschaften der für Holz und der für Metall bestimmten Anstrichmassen besteht, falls ein solcher Unterschied überhaupt existiert. Nur Versuche im Freien werden über diese Fragen verläßliche Auskunft geben.

IV. Versuche unter den bei der Verwendung wirklich auftretenden Verhältnissen.

Wir sehen uns hier einer Aufgabe gegenübergestellt, die vielleicht unter allen mit Anstrichmassen zusammenhängenden Fragen die schwierigste ist. Nicht nur deshalb, weil Schlüsse, die aus solchen Versuchen gezogen werden, erst nach einer verhältnismäßig langen Zeit möglich sind, sondern auch deshalb, weil hier so viele Faktoren mitspielen, daß wir uns sofort in die logischen Schwierigkeiten verwickelt sehen, die aus der Mehrheit der Ursachen und der Vermengung der Wirkungen hervorgehen. Nichtsdestoweniger ist der amerikanische Verband, auf den

Digitized by Google

ich bereits hinwies, nicht vor der Aufgabe zurückgeschreckt, und die Resultate, die er in verhältnismäßig kurzer Zeit erzielte, sind derart, daß sie die Vermutung rechtfertigen, daß noch ausgedehntere Versuche, in anderen Weltteilen ausgeführt, höchst wertvolle Aufschlüsse gewähren werden.

Ich komme nun zu dem praktischen Vorschlag, den ich dem Verband machen möchte. In jedem Lande, wo sich eine Sektion des Verbandes befindet (oder in jeder an der Sache besonders interessierten Sektion) soll ein Ausschuß eingesetzt werden, um zu entscheiden, ob eine Reihe sorgfältig durchdachter und wissenschaftlich geleiteter Versuche mit verschiedenen Anstrichen bekannter Zusammensetzung und Eigenschaft unter den bei der Verwendung auftretenden Verhältnissen zu dem Zwecke ausgeführt werden könnten, um zu einer weiteren und genaueren Kenntnis der speziellen Umstände zu gelangen, welche eine Zerstörung der schützenden Schichte des Rostschutzmittels durch klimatische und atmosphärische Ursachen herbeiführen; diese Versuche sollen zugleich zur Bestimmung der besten Mittel dienen, welche in der Zusammensetzung und in der Art der Aufbringung der Anstrichmassen zu verwenden wären, um solchen zerstörenden Einflüssen entgegenzuwirken.

Wie bekannt, ist jetzt eine Reihe gründlicher Versuche in Atlantic City in den Vereinigten Staaten im Gange. Die schon aus diesen Versuchsreihen veröffentlichten Ergebnisse sind wertvoll und sie könnten für weitere Untersuchungen der von mir angeregten Art als Ausgangspunkt dienen. Ich möchte betonen, daß, was auch immer die letzten Resultate der in Atlantic City gemachten Versuche sein mögen, sie doch nicht mehr bieten können als Vergleichswerte verschiedener Anstrichmassen unter den in Atlantic City herrschenden Verhältnissen. Wenn wir aber nun die ungeheuern Unterschiede zwischen solchen zur Zerstörung der Anstrichmittel beitragenden Ursachen bedenken, wie Feuchtigkeit, Extreme an Hitze und Kälte, direkte Sonnenstrahlung, atmosphärische Verunreinigungen und dgl., wie sie an verschiedenen Orten vorkommen, so müssen wir uns fragen:

1. Welches ist der wirksamste Anstrich, alles in allem genommen, um diesen zerstörenden Einflüssen zu widerstehen?

2. Welches ist die als besterkannte Veränderung im Anstrich, die ihn gegen irgend einen dieser als vorherrschend auftretenden zerstörenden Einflüsse widerstandsfähig macht? Es ist bekannt,

Digitized by Google

daß ein Anstrich, ein Lack oder ein Email in einem trockenen und gleichmäßigen Klima ein wirksames Schutzmittel sein kann, aber rasch zerstört wird, wenn er einem Wechsel von Trockenheit und Nässe, oder zu raschem Wechsel der Temperatur ausgesetzt ist. Ich glaube, daß solche Fragen nur durch eine Reihe von Versuchen befriedigend gelöst werden können, welche mit verschiedenem Material von bekannter chemischer Zusammensetzung und bekannter physikalischer Eigenschaft in verschiedenen Teilen vieler Länder vorgenommen werden und deren Ergebnisse gesammelt und verarbeitet werden müßten.

Man darf annehmen, daß der Internationale Verband in hervorragender Weise die Persönlichkeiten und die Organisation besitzt, die zur Durchführung solcher Versuche nötig sind, und wenn der Kongreß nach Diskussion dieser Vorschläge beschließt, es sei den Mitgliedern jedes Landes zu überlassen, ihre eigenen Anordnungen zu treffen, die sie dem vom Verband zu gebenden Direktiven bezüglich des Arbeitsvorgangs unterordnen, so ist nicht zu zweifeln, daß greifbare Resultate erzielt werden und daß der Verband damit einen Dienst von allgemeiner und internationaler Bedeutung leisten wird.

Die praktische Durchführung meines Vorschlages wäre die Ernennung einer Kommission in jedem Lande, bestehend aus Vertretern des Verbandes und Vertretern von Kreisen, welche Anstrichmittel im großen verbrauchen, wie Eisenbahnen, Ingenieure, Körperschaften und Regierungsbehörden. Auch die Erzeuger von Anstrichmassen hätten ihre Vertretung zu erhalten und in jeder Kommission hätte ein Chemiker und ein Sachverständiger als Leiter der Versuche zu wirken. Diese Kommission hätte nach reiflicher Prüfung der ganzen Aufgabe eine Reihe von Versuchen mit im Freien ausgesetzten Objekten durchzuführen. Zunächst wären die Versuche in einer von den Kommissionen beschickten Konferenz zu besprechen und die Grundsätze der Arbeit festzulegen. Um die Versuche nutzbringend zu gestalten, müssten die verwendeten Materialien und die mit dem Anstrich zu versehenden Flächen, soweit dies möglich ist, in allen Ländern dieselben sein. Hinsichtlich Zusammensetzung der Anstrichmittel seien im folgenden, bloß anregungsweise, einige typische Materialien genannt, deren Eigenschaften in bezug auf ihre rostschützende Wirkung verglichen werden könnten:

Digitized by Google

1. Unverfälschtes Bleiweiß in rohem Leinöl;

2. unverfälschtes Zinkweiß in zubereitetem Sikkativöl;

3. eine Mischung von unverfälschtem Bleiweiß, Zinkweiß und Bariumsulfat in zubereitetem Sikkativöl;

4. Eisenoxyd mit oder ohne Beimengung von natürlichem Ocker in zubereitetem Sikkativöl;

5. hydratisiertes Kalziumsulfat, gefärbt mit Eisenoxyd und Kohle in einem zubereitetem Sikkativöl;

6. Minium und Kohle in einem geeigneten Sikkativmittel;

7. Graphit in einem entsprechenden Sikkativmittel;

8. alle von Fabrikanten angebotenen Anstrichmittel, deren Zusammensetzung von der Kommission bestimmt, aber nur mit Zustimmung des Fabrikanten veröffentlicht werden soll.

Die Flächen, welche, mit diesen Anstrichen versehen, im Freien ausgesetzt werden sollen, können aus Holz, Schmiedeisen und Stahl bestehen, jede bezüglich Beschaffenheit und Größe einer vereinbarten Vorschrift genau entsprechend.

Die Verhältnisse bezüglich der Exposition, der Höhenlage, des vorherrschenden Klimas und der atmosphärischen Zustände sind während der Versuchsdauer regelmäßig und genau durch einen örtlichen Beobachter zu verzeichnen.

Die Kostenfrage darf nicht übersehen werden. Es ist möglich, daß die Mittel des Verbandes nicht hinreichen würden, die Kosten der beabsichtigten Forschungen zu tragen. Aber in Anbetracht des großen öffentlichen Nutzens dieser Arbeit ist es höchst wahrscheinlich, daß in verschiedenen Ländern von wissenschaftlichen, industriellen und öffentlichen Körperschaften Unterstützungen zufließen würden. Bezüglich Großbritanniens bin ich sicher, daß weder diese Frage, noch jene geeigneter Vertreter der verschiedenen Interessenkreise für diese Kommission auf unübersteigbare Schwierigkeiten stoßen würde.

In der Zeit zwischen dem jetzigen Kongreß und dem in drei Jahren abzuhaltenden würden die verschiedenen Kommissionen bereits im Besitze wichtiger Ergebnisse sein, die dem nächsten Kongreß als internationaler Bericht vorgelegt werden könnten.

Endlich möchte ich betonen, daß in meinem ganzen Antrage nichts enthalten ist, was durch den amerikanischen Verband nicht bereits versucht oder zum Teil schon durchgeführt wäre, und ich

Digitized by Google

möchte behaupten, daß nur dann, wenn die Ingenieure und die anderen, Anstrichmassen konsumierenden Kreise der ganzen Welt ernstlich an diese Frage herantreten, die mit dem Schutz der Bauwerke — für die sie in gewisser und umfassender Weise verantwortlich sind — zusammenhängen, daß erst dann die Auswahl und die Verwendung von Anstrichmassen von ihrer heutigen niedrigen empirischen Stufe auf eine wissenschaftliche und verläßliche Basis gehoben sein wird.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XVIII 1

WIEDERHOLTE INANSPRUCHNAHME DER PAPIERE *).

Von Prof. **A. Rejtő**, Budapest.

Die wiederholten Beanspruchungen spielen in der Materialprüfung eine wichtige Rolle.

Aus diesem Grunde sowie mit Rücksicht darauf, daß alle Materialien denselben Naturgesetzen folgen, hoffen wir, daß die Ergebnisse, die wir an wiederholt beanspruchten Papieren erhielten, von allgemeinem Interesse sind.

Um jedes Mißverständnis zu vermeiden, wollen wir einige Grundsätze der bleibenden Formveränderungen vorausschicken.

Unter der Einwirkung äußerer Kräfte kann ein Körper zweierlei Arten der Formveränderung erleiden: eine elastische und eine bleibende.

Soll eine bleibende Formveränderung zustande kommen, so muß die äußere Kraft den inneren Reibungswiderstand überwinden.

Bei einigen Materialien wächst der innere Reibungswiderstand während der Beanspruchung allmählich bis zu einem bestimmten Wert an, während er bei anderen konstant bleibt.

Im ersteren Falle nennt man die Formbarkeit der Materialien Zähigkeit, im letzteren Bildsamkeit.

Das Papier ist ein elastischer und zäher Stoff.

Bei Ausführung einer bis zum Zerreißen fortgesetzten Zugbeanspruchung hat also die äußere Kraft die Summe der Elastizitätsarbeit und der zur Überwindung der Zähigkeit notwendigen Arbeit zu überwinden.

*) Auszug aus dem in den Ergänzungsheften veröffentlichten Bericht.

Digitized by Google

Um einen Vergleich leichter möglich zu machen, muß ein Verhältnis zwischen der äußeren Kraft und dem Gewicht des Versuchsstückes (in kg) geschaffen werden. Diese Größe wollen wir mit A_{kg}^{mkg} bezeichnen. Eliminieren wir die Elastizitätsarbeit, so erhält man die zur Überwindung des inneren Reibungswiderstandes notwendige Arbeit. Das ist das Maß der Zähigkeit. Wir wollen diese Größe mit Z_{kg}^{mkg} bezeichnen.

Wiederholte Zugbeanspruchungen.

Wird die Wiederholung der Zugbeanspruchung unter stets wachsender Beanspruchungsgrenze durchgeführt, so erleidet das Papier bei jeder einzelnen Inanspruchnahme eine meßbare, bleibende Formveränderung und verliert demzufolge eine meßbare Größe seiner Zähigkeit. Bleibt die Beanspruchungsgrenze der wiederholten Beanspruchungen konstant und ist hiebei die äußere Kraft kleiner als die Elastizitätsgrenze, so entsteht bei der ersten Inanspruchnahme keine meßbare, bleibende Formveränderung. Wenn wir jedoch die einzelnen Beanspruchungen wiederholen, u. zw. so, daß dem Papier keine Ruhepause zwischen demselben gewährt wird, so erhält die bleibende Formveränderung eine meßbare Größe. Mit diesen ununterbrochenen Beanspruchungen kann man so lange fortfahren, bis die Summe der einzelnen an sich außerordentlich kleinen Formveränderungsarbeiten den vollen Wert der Zähigkeit erreicht.

Für eine bestimmte Beanspruchungsgrenze hängt die Zahl der Wiederholungen (J) von der Zähigkeit (Z_{kg}^{mkg}) und vom Verhältnis ab, das zwischen der äußeren Kraft (P_1) und der Reißkraft (P_2) des Versuchsstückes besteht.

Der mathematische Ausdruck dieses Verhältnisses lautet:

$$\log J = \operatorname{tg} \varphi \cdot \log Z_{kg}^{mkg}$$

woraus sich

$$J = Z^a \left(\frac{P_z}{P_1} - 1 \right) \text{ ergibt.} \qquad (4)$$

Um die Formel von den Abmessungen des Versuchsstückes unabhängig zu machen, muß man an Stelle der totalen äußeren Kraft die auf die Einheit der Querschnittsfläche bezogenen Spannungen in Rechnung stellen.

In diesem Falle lautet unsere Formel:

$$J = Z^a \left(\frac{P_z}{p_1} - 1 \right) \qquad (4b)$$

Digitized by Google

Einfluß einer Ruhepause im belasteten und entlasteten Zustande.

Wird ein Versuchskörper im entlasteten Zustande ruhen gelassen, so sehen wir, daß ein Teil der durch die vorhergegangene Beanspruchung erzeugten bleibenden Dehnung verloren geht und daß sich demgemäß seine Zähigkeit vergrößert. Es wird infolgedessen der Versuchskörper eine größere Zahl von Wiederholungen (J) ertragen. Wird hingegen der Versuchskörper während der wiederholten Beanspruchungen eine Zeitlang im belasteten Zustande gehalten, so erfährt er einen Zuwachs an Dehnung und damit im Zusammenhange eine Verminderung der Zähigkeit, so daß die Zahl der Wiederholungen (J) eine geringere wird.

Biegung und Falzung.

Die Widerstandsfähigkeit des Papiers gegen Biegen und Falzen wurde bisher durch Handknitterung bestimmt. In neuester Zeit verwendet man hiezu den Schopperschen Falzer.

Wir wollen im nachfolgenden das Schoppersche Prüfungsverfahren vom Standpunkte der inneren Reibung der Materialien behandeln.

Infolge des durch die Federspannung hervorgerufenen Zuges (R) erfahren die Papiere eine Spannung p_r.

Infolge der regelmäßigen Bewegung erfahren die auf der Konvexseite des Papieres gelegenen Fasern eine Spannung p_h.

Es wird demgemäß die Spannung dieser Fasern betragen:

$$p_1 = p_r + p_h$$

Werden für p_r und p_h die wirklichen Werte eingesetzt, so erhält man für die Spannung p_1 den Ausdruck:

$$p_1 = \frac{R}{15\delta} + \left[p_a - \frac{1}{2E}\left(\frac{p_z - p_a}{\sqrt{\lambda_z}}\right)^2\right] + \sqrt{p_a - \frac{1}{2E}\left(\frac{p_z - p_a}{\sqrt{\lambda_z}}\right)^2 + \frac{0{\cdot}1\,\delta}{1 + 2\delta}\left(\frac{p_z - p_a}{\sqrt{\lambda_z}}\right)^2 - p_a^2} \quad (10)$$

Aus dieser Formel folgt, daß der Wert von p_1 von der Dicke δ nur dann unabhängig ist, wenn die Summe des ersten und dritten Teiles konstant bleibt.

Ich habe mit Hilfe der charakteristischen Daten einer bestimmten Papiersorte für die verschiedenen Werte von δ die zu-

Digitized by Google

gehörigen Größen von p_1 berechnet, wobei sich zeigte, daß die Beanspruchungsgrenze, bezw. das Verhältnis $\left(\frac{p_z}{p_1}\right)$ für Papiere von der Dicke $\delta = 0{\cdot}04 - 0{\cdot}11$ mm nahezu konstant ist.

Demzufolge ist es wahrscheinlich, daß in diesem Falle ein Verhältnis zwischen der Zahl der Schopperschen Doppelfalzungen (J) und der inneren Arbeit besteht.

Um dieses Verhältnis festzustellen, habe ich die Zahlen J und die Größen A_{kg}^{mkg} in ein logarithmisches Koordinatensystem gebracht und als Darstellung des Verhältnisses eine gerade Linie erhalten. Die Gleichung dieser Linie lautet:

$$\log J = \operatorname{cotg} \varphi \, (\log A_1 - \log A_0)$$

hieraus ergibt sich: $$J = \left(\frac{A_1}{A_0}\right)^{\cot \varphi} \qquad (5)$$

Bei Verwendung einer Feder von 1000 Gramm Spannung ergibt sich:

$$J_{1000} = \left[\frac{A_{kg}^{mkg}}{16{\cdot}25}\right]^{2{\cdot}79} \qquad (5a)$$

Die mit Hilfe dieser Formel berechneten Daten stimmen mit den Schopperschen Falzklassen ebensogut überein, wie letztere mit den durch das Handknitterungsverfahren erhaltenen Klassen.

Digitized by Google

Vᴱ CONGRÈS INTERNATIONAL POUR L'ESSAI DES MATÉRIAUX, COPENHAGUE 1909.
V. INTERNATIONALER MATERIALPRÜFUNGS-KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.
Vᵀᴴ INTERNATIONAL CONGRESS FOR TESTING MATERIALS, COPENHAGEN 1909.

XVIII 1

Supplément. — Ergänzungsheft. — Supplement.

WIEDERHOLTE INANSPRUCHNAHME DER PAPIERE.

Von Professor **A. Rejtő**, Budapest.

Übersetzt von Ing. P. Király.

Die wiederholte Inanspruchnahme spielt in der Materialprüfung eine stark zunehmende Rolle.

Demzufolge und weil sämtliche Materialien denselben Naturgesetzen folgen, hoffen wir, daß die Ergebnisse, die wir an wiederholt beanspruchten Papieren erhielten, von allgemeinem Interesse sind.

Um nicht mißverstanden zu werden, wollen wir vorerst die wichtigsten Prinzipien der bleibenden Formänderungen und die Ergebnisse der gewöhnlichen Zugversuche mitteilen.

Die wichtigsten Prinzipien der bleibenden Formänderungen.

Infolge der Wirkung der äußeren Kräfte kann ein Körper zweierlei Formänderungen erleiden, nämlich eine elastische und eine bleibende.

Die elastische Formänderung ist das Resultat einer Energieaufhäufung, die zur Wirkung gelangt, sobald die äußere Kraft zu wirken aufhört.

Die bleibende Formänderung ist das Resultat des Gleitens der Körperteilchen, dessen Widerstand (d. h. die innere Reibung) durch die äußere Kraft überwunden werden muß.

Digitized by Google

Wenn die innere Reibung, bezogen auf die Einheit des jeweiligen Querschnittes, während des Gleitens einen bis zu einer gewissen Grenze allmählich wachsenden Wert erhält, muß auch die nötige Spannung (d. h. die äußere Kraft, bezogen auf die Einheit des jeweiligen Querschnittes) einen allmählich wachsenden Wert erhalten, hingegen bleibt die Spannung konstant, wenn die innere Reibung sich nicht ändert.

Die Formbarkeit jener Materialien, deren innere Reibung allmählich wächst, nennt man Zähigkeit, und jener, deren innere Reibung unverändert bleibt, Bildsamkeit.

Bezüglich der Zähigkeit sei bemerkt, daß, indem die innere Reibung nur bis zu einer gewissen Grenze wachsen kann, diese eine beschränkte Formbarkeit ist, und weil die innere Reibung zäher Materialien zufolge jeder Formänderung sich dieser Grenze nähert, so wird die Zähigkeit durch Formänderung allmählich verkleinert, bis sie schließlich vollkommen erschöpft wird.

Die Bildsamkeit hingegen kann durch Formänderungen nicht verändert werden, sie ist eine unbeschränkte Formbarkeit. Demzufolge kann ein Körper aus bildsamem Material Bruch nur dann erleiden, wenn das Gleiten der Körperteilchen durch ungünstige Materialverteilung oder durch Stoßwirkung hervorgebrachte Beschleunigung verhindert wird.

Aus dem bis jetzt Gesagten folgt, daß während der bleibenden Formänderung die äußere Kraft außer jener Arbeit, die zur Aufspeicherung der Elastizitäts-Energie nötig ist, auch jene Reibungsarbeit überwinden muß, die der Zähigkeit und Bildsamkeit entspricht. Die Widerstandsfähigkeit der Materialien gegen mechanische Inanspruchnahmen ist also von der Größe der Elastizitäts-Energie und von der der Zähigkeit und Bildsamkeit abhängig.

Die Formänderungsfähigkeit der Papiere.

Da die Widerstandsfähigkeit der Papiere von der Gattung der Formbarkeit abhängt, so ist es notwendig, daß wir vorerst den Charakter der inneren Reibung der Papiere feststellen.

Zu diesem Zwecke benötigen wir solche Zug-Schaubilder, die durch wiederholte Beanspruchungen erhalten werden. Man nimmt das Papier bis nahe zu seiner Reißkraft in Anspruch, entlastet es und nimmt es dann bis zum Zerreißen in Anspruch.

Digitized by Google

Man erhält auf diese Weise ein Schaubild gleich jenem der Fig. 1, deren Kurven o b und a b c die Änderung der äußeren Kraft darstellen. Wenn man nun aus dem Punkte c die Normale c e und die Linie d c zieht, letztere parallel zu dem geraden Teil der Linie a b, so erhält man abgesondert die Gattungen der Formbarkeit des Papieres. Die Fläche d c e bedeutet nämlich die Elastizitätsenergie und o b c d die Reibungsarbeit, und da letztere eine wachsende Spannung erforderte, entspricht sie der Zähigkeit.

Fig. 1.

Aus dem Schaubilde ist auch ersichtlich, daß das Papier ohne lokale Einschnürung zerreißt, woraus folgt, daß es keine Bildsamkeit besitzt. Das Papier ist also elastisch und zähe.

Die bis zum Zerreißen fortgesetzte Zugbeanspruchung.

1. Die gesamte Arbeit.

Beim Zerreißen eines Papierstückes erhält man das Schaubild gleich der Fig. 2, dessen Fläche o c e die nötige gesamte äußere Arbeit darstellt, d. h. die Summe der Elastizitätsarbeit und jener, die zur Überwindung der inneren Reibung nötig war. Da aber die Größe des Schaubildes bei sonst gleichen Verhältnissen auch von der Größe des Versuchsstückes abhängt, so ist es notwendig, um Vergleichsdaten erhalten zu können, die Reißarbeit auf die Flächeneinheit des Versuchsstückes zu beziehen. Wir wollen im nachfolgenden als Flächeneinheit (1 m^2) einen Quadratmeter nehmen und jene gesamte äußere Arbeit, die zum Zerreißen des Papierstückes von der Fläche 1 m^2 nötig ist, mechanische Haltbarkeit oder kurzweg Haltbarkeit nennen. Wenn man die Größe des Schaubildes auf die Gewichtseinheit (1 kg) des Versuchsstückes bezieht, erhält man auch eine Vergleichszahl, die wir Güte nennen wollen, und zwar deshalb, weil man in der Praxis dasjenige Material für besser hält, von welchem eine geringere Quantität zur Herstellung gleich widerstandsfähiger Papiere nötig ist.

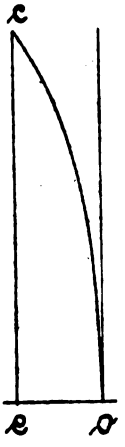


Fig. 2.

Digitized by Google

Der Wert der Güte charakterisiert nicht nur die Qualität des Papierstoffes, sondern auch die Richtigkeit des Herstellungsverfahrens; man erhält nämlich aus dem besten Material durch unrichtiges Verfahren nur mindere Qualität. Die Bestimmung dieser Vergleichsdaten ist folgend:

Die Haltbarkeit erhält man, indem man die Fläche o c e des Schaubildes Fig. 2 in Meterkilogrammen ausdrückt und diese Zahl mit dem in m² ausgedrückten Werte der freien Fläche des Versuchsstückes dividiert. Bezeichnet man den Wert der Haltbarkeit mit $A^{mkg}_{m^2}$ und die freie Fläche des Versuchsstückes mit F_{m^2}, so ist

$$A^{mkg}_{m^2} = \frac{(o\ c\ e)\ mkg}{F_{m^2}} \qquad (1)$$

Den Wert der Güte erhält man durch Division des Wertes der Haltbarkeit durch das Gewicht $(G^{kg}_{m^2})$ eines Stückes von 1 m². Bezeichnet man den Wert der Güte mit A^{mkg}_{kg}, so ist

$$A^{mkg}_{kg} = \frac{A^{mkg}_{m^2}}{G^{kg}_{m^2}}$$

B. Die zur Überwindung der inneren Reibung nötige Arbeit und das Maß der Zähigkeit.

Aus dem Zugschaubilde (Fig. 1) erhält man — wie schon früher gesagt — durch Eliminieren der elastischen Arbeit jene, die zur Überwindung der inneren Reibung nötig war.

Um Vergleichsdaten zu erhalten, bezieht man diese auf die Volum- oder Gewichtseinheit des Versuchsstückes und nennt diesen Wert Maß der Zähigkeit pro dm³ oder pro kg ($Z_{pr.\ dm^3}$ oder $Z_{pr.\ kg}$). Bei Materialien, deren Volum ohne Schwierigkeiten feststellbar ist, wie dies bei Metallen der Fall ist, wird $Z_{pr.\ dm^3}$, bei Papieren hingegen $Z_{pr.\ kg}$ angegeben.

Es ist also (s. Fig. 1)

$$Z_{pr.kg} = \frac{(o\ b\ c\ d)\ m\ kg}{F^{m^2}\ G^{kg}_{pr.m^2}}$$

worin F^{m^2} = die nutzbare oder freie Fläche des Versuchsstückes in m².

$G^{kg}_{pr.\ m^2}$ = das Gewicht eines Stückes von der Fläche 1 m².

Digitized by Google

Die wiederholten Zugbeanspruchungen.

Wiederholte Zugbeanspruchungen kann man entweder so durchführen, daß die Beanspruchungsgrenze fortwährend wächst, oder daß sie bei jeder Wiederholung konstant bleibt.

Wenn die Beanspruchungsgrenze wächst, so erleidet das Papier bei jeder einzelnen Inanspruchnahme eine meßbare bleibende Formänderung und verliert demzufolge auch eine meßbare Menge seiner anfänglichen Zähigkeit. Auf diese Weise erhält man ein Schaubild, dessen Begrenzungslinie gleich dem gewöhnlichen Zugschaubilde ist und dessen Arbeitsfläche ebenfalls mit diesem gleich ist, wie dies Fig. 3 darstellt.

Die Schaubilder a_1 und a_2 der Fig. 3 sind gewöhnliche Zugschaubilder, deren Differenz die Ungleichförmigkeit des Papieres darstellt, während das Schaubild a_3 durch wiederholte Zugbeanspruchungen entstanden ist.

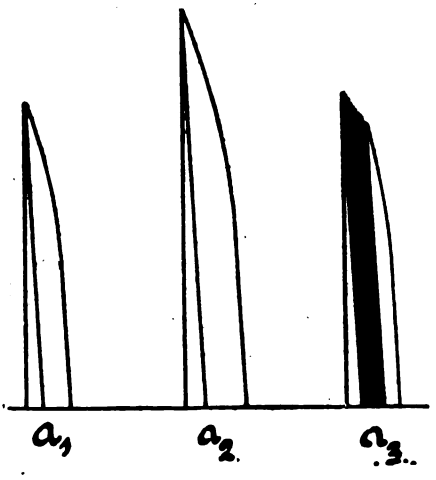


Fig. 3.

Wir müssen wohl bemerken, daß die gesamte äußere Arbeit bei wiederholten Zugbeanspruchungen bedeutend größer ist, als bei den gewöhnlichen Zerreißversuchen, da die elastische Arbeit bei jeder Wiederholung abermals überwunden werden muß.

Bleibt die Beanspruchungsgrenze der Wiederholungen beständig und ist hiebei die äußere Kraft größer als die Elastizitätsgrenze, so erleidet das Papier bei der ersten Inanspruchnahme eine meßbar bleibende Formänderung, infolgedessen wächst aber die Elastizitätsgrenze und es kann bei der zweiten und folgenden Inanspruchnahme eine nur immer geringere bleibende Formänderung entstehen, bis diese schließlich nicht mehr wahrnehmbar, also auch nicht meßbar wird.

Ist hingegen die äußere Kraft geringer, als die Elastizitätsgrenze, so entsteht auch bei der ersten Inanspruchnahme keine meßbare bleibende Formänderung. Werden aber solche Inanspruch-

Digitized by Google

nahmen ununterbrochen, d. h. ohne Ruhepausen oftmals wiederholt, so erhält die bleibende Formänderung schließlich eine meßbare Größe, woraus folgt, daß bei diesen Inanspruchnahmen unter der Elastizitätsgrenze nicht nur elastische, sondern auch bleibende Formänderungen entstehen, nur sind diese letzteren so gering, daß wir sie erst dann messen können, wenn sie durch zahlreiche Wiederholungen summiert werden. Mit der Summierung kann man so lange fortfahren, bis schließlich der Wert der bleibenden Formänderungsarbeit jene Größe erhält, die sich hiefür bei den

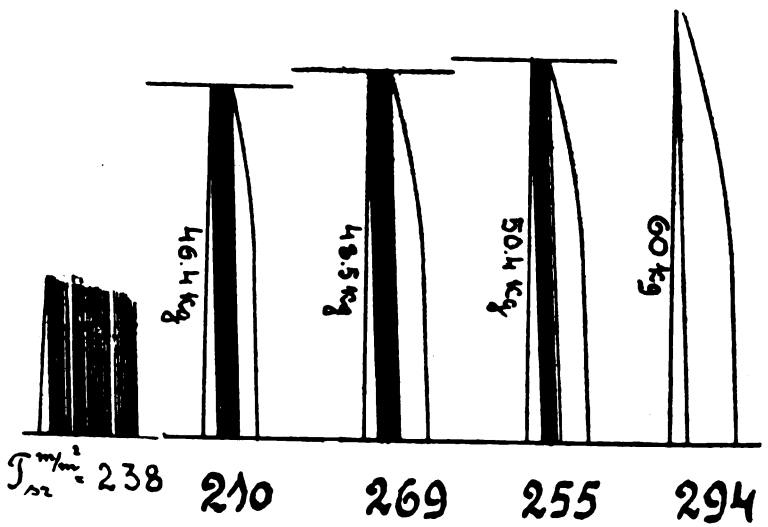


Fig. 4.

gewöhnlichen Zerreißversuchen ergibt, vorausgesetzt, daß das Material im Versuchskörper sehr gleichförmig verteilt ist. Ist jedoch die Materialverteilung ungleichförmig, so ergibt die Summation hievon nur einen gewissen prozentuellen Teil, und zwar bei Papieren den 0·7—0·8 Teil unabhängig von der Beanspruchungsgrenze, wie dies die Schaubilder der Fig. 4 beweisen.

Der Vergleich dieser Schaubilder zeigt, daß bei wiederholten Beanspruchungen die Reißkraft, so auch die Dehnung geändert werden kann, die Fläche des Schaubildes, d. h. der Wert der Arbeit der bleibenden Formänderung aber nicht. Deshalb kann die Widerstandsfähigkeit gegen wiederholte Zugbeanspruchung nicht durch die Reißlänge oder Zugkraft und Dehnung, sondern nur

Digitized by Google

durch die Arbeit der bleibenden Formänderung charakterisiert werden, die spezifische Widerstandsfähigkeit also durch die Zähigkeit ($Z_{pr.\ kg.}$).

Übergehen wir jetzt zur Untersuchung jener Umstände, von welchen die Anzahl der Wiederholungen bis zum Zerreißen abhängt, vorausgesetzt, daß die Wiederholungen ohne Ruhepausen fortgesetzt werden.

Da bei jeder Beanspruchung die hervorgerufene bleibende Formänderung von der Beanspruchungsgrenze abhängt, so ist es einleuchtend, daß die Anzahl der Wiederholungen (J) von der Grenze der Beanspruchung, beziehungsweise von jenem Verhältnisse abhängig sein muß, welches zwischen der äußeren Kraft P_1 und der Reißkraft P_Z besteht und bei konstanter Beanspruchungsgrenze von der Deformationsarbeit, beziehungsweise von der Zähigkeit des Materiales, wie dies früher mit Hilfe der Fig. 4 bewiesen wurde. Um die Form dieser Abhängigkeit feststellen zu können, haben wir zahlreiche Versuche mit verschiedenen Papieren und bei verschiedenen Beanspruchungsgrenzen durchgeführt. Die schwierigste Aufgabe war die Bestimmung der Beanspruchungsgrenze, beziehungsweise des Wertes $\frac{P_Z}{P_1}$, und zwar deshalb, weil bei Papieren die Reißkraft P_Z an verschiedenen Stellen wegen der ungleichmäßigen Verteilung des Materiales sehr verschieden ist.

Um den wahrscheinlichsten Wert von $\frac{P_z}{P_1}$ zu ermitteln, bestimmten wir vorerst mittels gewöhnlicher Zerreißversuche die maximale ($P_{z\ max}$) und minimale ($P_{z\ min}$) Reißkraft, und da die Zugkraft P_1 der wiederholten Beanspruchungen doch immer bekannt war, berechnete ich die Quotienten $\left(\frac{P_{z\ max}}{P_1}\right)$ und $\left(\frac{P_{z\ min}}{P_1}\right)$. Diese Werte wurden in einem logarithmischen Koordinatensysten als Ordinaten und die Anzahl der Wiederholungen als Abszissen aufgetragen. Wir suchten nun die Gleichung jener Linie festzustellen, die die größte Anzahl der durch die Punkte $\left(\frac{P_{z\ max}}{P_1}\right)$ und $\left(\frac{P_{z\ min}}{P_1}\right)$ bestimmten Geraden durchschneidet.

Die Ordinaten dieser Linie ergeben die wahrscheinlichen Werte von $\left(\frac{P_z}{P_1}\right)$, die Abszissen die Anzahl der Wiederholungen (J).

Digitized by Google

Ein Teil der Aufgabe war nun gelöst, und wir traten deshalb zur Bestimmung der Abhängigkeit zwischen Wiederholungszahl (J) und Zähigkeit ($Z_{pr.\,kg}$). Es wurden zu diesem Zwecke in einem logarithmischen Koordinatensystem die Zahlenwerte der Wiederholungen als Abszissen und die Zähigkeit (d. h. die auf 1 kg bezogene innere Reibungsarbeit (Z_{kg}^{mkg}) als Ordinate aufgetragen.

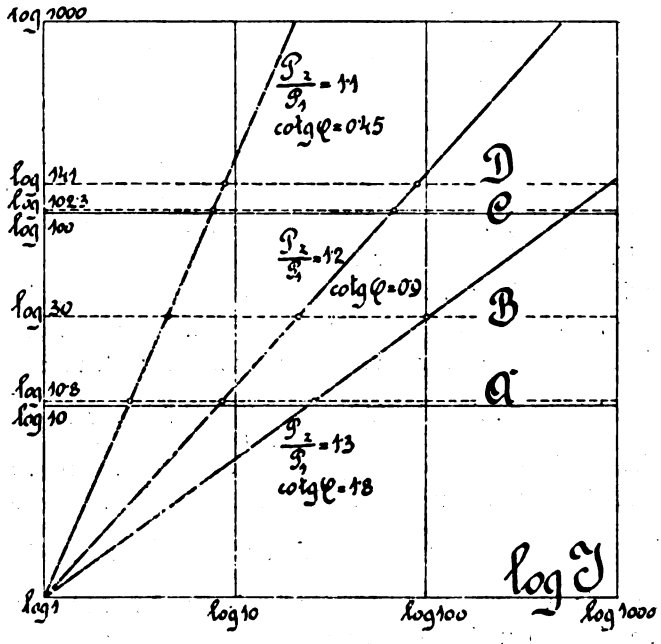


Fig. 5.

Wenn man in so einem Schaubilde diejenigen Punkte verbindet, deren Verhältniszahl $\left(\frac{P_z}{P_1}\right)$ gleichwertig ist, erhält man eine Reihe von geraden Linien, die aber verschiedene Neigungswinkel besitzen (Fig. 5). Diese geraden Linien ergeben die gesuchte Abhängigkeit der gegebenen 3 Faktoren (d. h. $\frac{P_z}{P_1}$, J und Z_{kg}^{mkg}). Der mathematische Ausdruck dieser Geraden ist:

$$\log J = \operatorname{tg}\varphi \cdot \log Z_{kg}^{mkg} \qquad (4)$$

Digitized by Google

In dieser Formel ist $\operatorname{tg}\varphi$ eine Funktion von $\left(\frac{P_z}{P_1}\right)$, deren Wert aus dem Diagramme festgestellt werden kann. Der Näherungswert ist:

$$\operatorname{tg}\varphi = 4{\cdot}5\left(\frac{P_z}{P_1} - 1\right)$$

folglich ist

$$\log J = 4{\cdot}5\left(\frac{P_z}{P_1} - 1\right) \log Z_{kg}^{mkg}$$

oder

$$\log J = a\left(\frac{P_z}{P_1} - 1\right) \log Z_{kg}^{mkg}$$

d. h.

$$J = Z^{4{\cdot}5\left(\frac{P_z}{P_1} - 1\right)}$$

oder

$$J = Z^{a\left(\frac{P_z}{P_1} - 1\right)} \qquad (4a)$$

Diese Formel ist aber nur dann anwendbar, wenn die wiederholten Beanspruchungen mit Versuchsstücken von gleicher Dimension ausgeführt werden, wie die gewöhnlichen Zugversuche. Unabhängig von den Dimensionen der Versuchsstücke wird die Formel, wenn man anstatt der totalen äußeren Kraft die auf die Einheit des Querschnittes bezogene Spannungen p_z und p_1 in Rechnung stellt. In diesem Falle lautet die Formel:

$$J = Z^{a\left(\frac{p_z}{p_1} - 1\right)} \qquad (4b)$$

Bei den bis jetzt in Betracht gezogenen wiederholten Zugversuchen hatten wir die Bedingung aufgestellt, daß dieselben ohne Ruhepausen fortgesetzt werden; betrachten wir im nachfolgenden auch den Einfluß der Ruhepausen, u. zw. während der Entlastung und auch während der Belastung.

Wenn der Versuchskörper in entlastetem Zustande ruhen gelassen wird, so verliert er infolge der elastischen Nachwirkung einen Teil der früher erlittenen bleibenden Formänderung (Dehnung), er gewinnt nun an Zähigkeit, und es werden deshalb einige Wiederholungen nötig sein, um diesen

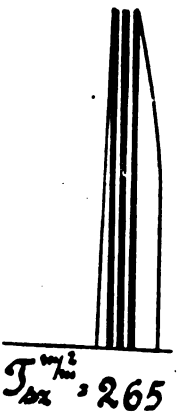


Fig. 6.

Digitized by Google

Zuwachs an Zähigkeit zu vernichten, wodurch sich die gesamte Zahl der Wiederholungen vergrößert.

Wenn hingegen der Körper eine Zeitlang in belastetem Zustande gehalten wird, so erleidet er auch während dieser Periode eine bleibende Formänderung. Es entsteht also ein Zuwachs an Dehnung, wie dies die weißen Streifen der Fig. 6 darstellen, folglich eine Verminderung an Zähigkeit; infolgedessen vermindert sich auch die Anzahl der Wiederholungen.

Biegung und Falzung (Falzfestigkeit).

Zur Bestimmung der Widerstandsfähigkeit der Papiere gegen Biegen und Falzen benutzte man vorher die Handknitterung, jetzt aber fast ausschließlich den Schopperschen Falzer.

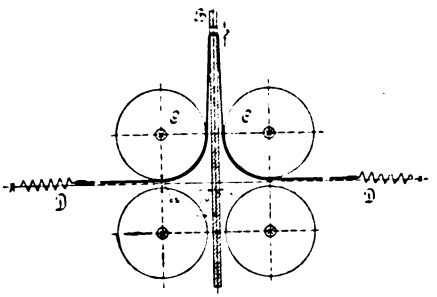


Fig. 7.

Das Wesen des Prüfungsverfahrens mit dem Schopperschen Falzer ist folgendes:

Man schneidet Streifen von 95 mm Länge und 15 mm Breite. Der zu untersuchende Streifen wird in den Schlitz der Lamelle B (Fig. 7) gelegt und in den Klemmbacken eingespannt. Diese Klemmbacken stehen mit den Federn D—D in Verbindung. Die Lamelle B wird in einer Geradführung durch eine Schubstange und Kurbel alternativ bewegt. Neben der Lamelle in der Entfernung von 935 mm befinden sich vier kleine Zylinder (C) von 8 mm Durchmesser. Infolge der alternativen Bewegung der Lamelle wird der Papierstreifen aus seiner Mittellage herausgeschoben, und da seine freie Bewegung durch die Federn der Klemmbacken und die kleinen Zylinder (C) verhindert wird, erleidet er an den Kanten des Schlitzes Biegung und Zug. Diese Bewegung wird alternative so lange fortgesetzt, bis der Papierstreifen zerreißt. Während einer Kurbelumdrehung wird der Papierstreifen nach beiden Richtungen (hin und her) gebogen, er erleidet so eine Doppelfalzung. Die Zahl der Doppelfalzungen, welche der Papierstreifen aushält, gibt nach Schopper die Widerstandsfähigkeit des Papieres gegen Falzen und Zerknittern an.

Digitized by Google

Im nachfolgenden wollen wir die Schoppersche Versuchsmethode vom Standpunkte der inneren Reibung behandeln und werden jede Beanspruchungsart abgesondert erörtern.

Infolge der Federspannung erleiden Bruch schon bei der ersten Inanspruchnahme jene Papierstreifen, deren Festigkeit geringer als die Federkraft ist; die widerstandsfähigeren hingegen nur eine Spannung (p_r), deren Größe durch die Gleichung $p_r = \frac{R}{15 \cdot \delta}$ dargestellt werden kann, wenn R die Federkraft, δ die Dicke des 15 mm breiten Streifens bedeutet. Untersuchen wir nun die Wirkung der Biegung.

Wie früher bemerkt, sind neben der Lamelle B die Zylinder C C in einer Entfernung von 0·35 mm; wenn nun die Dicke des Papierstreifens größer als 0·35 mm ist, so erleidet dieser auch eine teilweise Scherwirkung. Um dies zu vermeiden, dürfen Papiere, deren Dicke größer als 0·35 mm ist, auf dem Schopperschen Apparat nicht untersucht werden.

Die dünneren Papiere werden regelmäßig gebogen, wobei die auf der konvexen Seite liegenden Materialteilchen eine Maßvergrößerung als in der Längsrichtung Zug erleiden. Da aber der Papierstreifen auf diesem Apparate abwechselnd in beiden Richtungen gebogen wird, erleiden beide äußere Schichten abwechselnd Zug. Die äußeren Schichten sind also einer wiederholten Zugbeanspruchung unterworfen, infolge dessen sich ihre Zähigkeit (Formbarkeit) allmählich vermindert, schließlich wird sie vernichtet, wo dann diese Schichten Bruch erleiden. Der Bruch (Sprung) verpflanzt sich dann sehr schnell auf die weiter innen liegenden minder beanspruchten Schichten wegen der Hemmung der oben liegenden Teile ebenso, wie dies bei den eingekerbten Stäben der Fall ist, weshalb man bezüglich der Doppelfalzungen nur die Widerstandsfähigkeit der äußeren Schichten in Betracht zu nehmen braucht. Bei den wiederholten Zugbeanspruchungen haben wir früher gefunden, daß die Anzahl der Wiederholungen (J) von der Zähigkeit der Papiere und von dem Beanspruchungsgrade $\left(\frac{p_e}{p_i}\right)$ abhängt. Wir haben weiterhin gefunden, daß diese Funktion in einem logarithmischen Koordinatensysteme durch eine Gerade dargestellt werden kann, die durch

Digitized by Google

den Mittelpunkt des Koordinationsystemes geht und deren Neigungswinkel von dem Beanspruchungsgrade $\left(\frac{p_z}{p_i}\right)$ abhängt.

Es ist wahrscheinlich, daß in dem jetzt zu erörternden Falle ähnliche Verhältnisse obwalten; um dies aber feststellen zu können, müssen wir vorerst den Beanspruchungsgrad $\left(\frac{p_z}{p_1}\right)$ der äußeren Schichten bestimmen.

Die Spannung in den äußeren Schichten (p_1) entsteht teils zufolge der Zugwirkung der Feder (p_1), teils infolge der Biegung (p_h).

Es ist also $p_1 = p_r + p_h$.

Den Wert von (p_r) haben wir schon früher bestimmt und gefunden, daß $p_r = \frac{R}{\delta \cdot 15}$ ist.

Die durch Biegung hervorgerufene Spannung (p_h) entsteht infolge der Dehnung (λ_1), die sich aus einer elastischen (λ_r) und einer bleibenden (λ_m) zusammensetzt:

$$\lambda_1 = \lambda_r + \lambda_m \qquad (6)$$

Ist der Elastizitätskoeffizient des Materials bekannt, so ist:

$$\lambda_r = \frac{p_h}{E}$$

und da laut dem Gesetze der bleibenden Formänderungen

$$p_h = p_a + \frac{p_z - p_a}{\sqrt{\lambda_z}} \sqrt{\lambda_m}$$

ist, so ergibt sich:

$$\lambda_m = \left(\frac{(p_h - p_a)\sqrt{\lambda_z}}{p_z - p_a}\right)^2$$

worin:

p_a die der Proportionalitätsgrenze entsprechende Spannung,
p_z die der maximalen inneren Reibung entsprechende Spannung,
λ_z die zur Spannung gehörige gleichmäßige Dehnung bedeutet

Diese Werte in die Formel (6) substituiert:

$$\lambda_1 = \frac{p_a}{E} + (p_h - p_a)^2 \left(\frac{\sqrt{\lambda_z}}{p_z - p_a}\right)^2 \qquad (7)$$

In dieser Formel sind noch zwei Unbekannte; deshalb ist es notwendig, für λ_1 noch eine zweite Gleichung aufzustellen.

Die gesamte Dehnung der äußeren Schicht ist bei Biegung, wie bekannt, eine Funktion des Krümmungsradius (ρ). Um diese Funktionen bestimmen zu können, habe ich Papiere von ver-

Digitized by Google

schiedener Dicke mit verschiedenen Krümmungsradien gebogen (nicht auf der Schopperschen Maschine) und auf diese Weise denjenigen Krümmungsradius (ρ) bestimmt, bei welchem das Papier, dessen gesamte Reißdehnung bekannt war, bei der ersten Umbiegung Risse erhielt. Ich fand, daß

$$\lambda_1 = a \cdot \frac{\delta}{\rho_1}$$

Der Näherungswert des Koeffizienten a ist

$$a = 0{\cdot}02 - 0{\cdot}025,$$

so daß

$$\lambda_1 = (0{\cdot}02 - 0{\cdot}025)\,\frac{\delta}{\rho_1} \qquad (8)$$

Da sich das Papier am Schopperschen Apparate auf die Kanten des Einschnittes der Lamelle (B) stützt, so wird es zur Mittellinie der Lamelle symmetrisch gebogen, und ist deshalb der kleinste Wert des Krümmungsradius (ρ) gleich der Summe der halben Dicke des Papieres und der Lamelle.

Es ist also

$$\rho = \left(0{\cdot}25 + \frac{\delta}{2}\right)$$

Dies in die Formel 8) substituiert:

$$\lambda_1 = \frac{0{\cdot}025\,\delta}{0{\cdot}25 + \frac{\delta}{2}} = \frac{0{\cdot}1\,\delta}{1 + 2\,\delta} \qquad (8a)$$

Durch Substitution dieser Werte in Formel 7) ergibt sich:

$$\frac{0{\cdot}1\,.\,\delta}{1 + 2\delta} = \frac{p_a}{E} + (p_h - p_a)^2 \left(\frac{\sqrt{\lambda_z}}{p_z - p_a}\right)^2$$

woher

$$p_h = p_a - \frac{1}{2E}\left(\frac{p_z - p_a}{\sqrt{\lambda_z}}\right)^2 \pm$$

$$\pm \sqrt{p_a - \frac{1}{2E}\left(\frac{p_z - p_a}{\sqrt{\lambda_z}}\right)^2 + \frac{0{\cdot}1\,\delta}{1 + 2\,\delta}\left(\frac{p_z - p_a}{\sqrt{\lambda_z}}\right)^2 - p_a{}^2} \qquad (9)$$

Diesen Wert und auch denjenigen von p_r in die Formel von p_1 substituiert, erhalten wir die gesuchte Formel der Spannung:

$$p_1 = \frac{R}{15\,\delta} + \left[p_a - \frac{1}{2E}\left(\frac{p_z - p_a}{\sqrt{\lambda_z}}\right)^2\right] \pm$$

$$\pm \sqrt{p_a - \frac{1}{2E}\left(\frac{p_z - p_a}{\sqrt{\lambda_z}}\right)^2 + \frac{0{\cdot}1\,\delta}{1 + 2\,\delta}\left(\frac{p_z - p_a}{\sqrt{\lambda_z}}\right)^2 - p_a{}^2} \qquad (10)$$

Digitized by Google

Da nun der erste Teil dieser Formel mit der Abnahme von δ wächst, der zweite von δ unabhängig ist, der dritte aber mit der Verminderung von δ abnimmt, so folgt, daß die Spannung des Papieres von der Dicke des Papieres nur in jenen Fällen unabhängig ist, wenn die Summe des ersten und dritten Teiles konstant bleibt.

Um diese Fälle feststellen zu können, berechnete ich mit Hilfe der charakteristischen Daten eines Versuchspapieres bei Annahme verschiedener Dicke (δ) die Werte von p_1, und es ergab sich, daß der Wert von p_1 bezw. der Quotient $\left(\frac{p_z}{p_1}\right)$ im Falle die Dicke die Grenze $\delta = 0{\cdot}04—0{\cdot}11$ mm nicht überschreitet, als konstant betrachtet werden kann, da der Unterschied vom Mittelwerte (wo $\delta = 0\,07$ ist) nicht mehr als $\pm 1{\cdot}5\%$ beträgt. Demzufolge ist es wahrscheinlich, daß die Zahl der Schopperschen Doppelfalzungen (J) bei Papieren, deren Dicke die Grenze 0·04—0·11 mm nicht überschreitet, mit der inneren Arbeit in dem schon früher erwähnten, d. h. in einem Verhältnisse steht, welches in einem logarithmischen Koordinatensysteme durch eine Gerade gekennzeichnet ist, deren Neigungswinkel, da der Beanspruchungsgrad $\left(\frac{p_z}{p_1}\right)$ konstant ist, bei sämtlichen Papieren innerhalb der genannten Dicken auch konstant bleibt.

Bei den wiederholten Zugversuchen wurde in dem logarithmischen Koordinatensysteme als Abszisse die innere Reibungsarbeit pro kg d. h. die Zähigkeit (Z_{kg}), aufgetragen, hier aber muß die gesammte Arbeit pro kg d. h. die Güte A_{kg}^{mkg} des Papieres aufgetragen werden und zwar deshalb, weil an dem Schopperschen Apparate das Papier nicht nur gezogen, sondern gebogen wird und weil bei der Biegung die elastische Formänderung einen großen Einfluß auf die Zahl der Wiederholungen ausübt.

Um feststellen zu können, ob das erörterte Verhältnis zwischen der Güte und den Doppelfalzungen tatsächlich vorhanden ist, haben wir eine größere Anzahl solcher Papiere untersucht, deren Knittfestigkeit durch Handknitterung und Falzfestigkeit mittels des Schopperschen Apparates durch die kön. Versuchsanstalt in Groß-Lichterfelde (G L) oder durch die Versuchsanstalten Winklers in Leipzig (L) oder durch die in Zagrab (Z) festgestellt wurden, und haben dann die Anzahl der Doppelfalzungen (J) und die Mittel-

Digitized by Google

werte der Güte (A_{kg}^{mkg}) in einem logarithmischen Koordinatensystem aufgetragen (siehe Fig. 8) und erhielten tatsächlich eine gerade Linie, jedoch mit dem Unterschiede, daß dieselbe nicht durch den Anfangspunkt des Koordinatensystems geht, sondern die Ordinatenachse schneidet.

Die Gleichung dieser geraden Linie ist

$$\log J = \operatorname{cotg} \varphi \, (\log A_1 - \log A_0)$$

oder

$$J = \left(\frac{A_1}{A_0}\right)^{\operatorname{cotg} \varphi} \qquad (5)$$

worin A_0 den Wert jener Ordinate bedeutet, deren Abszisse gleich Null ist.

Aus dem logarithmischen Koordinatensysteme ergab sich

$$\operatorname{cotg} \varphi = 2.79$$

und

$$A_0 = 16{,}25.$$

Demnach ist die Zahl der Doppelfalzungen, falls die Dicke des Papieres die angegebenen Grenzen nicht überschreitet und wenn am Schopperschen Apparate eine Feder von 1000 gr Spannung verwendet wird

$$J = \left[\frac{A_{kg}^{mkg}}{16.25}\right]^{2.79} \qquad (5\text{ a}).$$

Die mit Hilfe dieser Formel berechneten Daten stimmen mit den Schopperschen Falzklassen ebensogut überein, wie letztere mit den Handknitterungsklassen; vorausgesetzt, daß die Dicke des Papieres die angegebenen Grenzen nicht überschreitet, da sonst der Schoppersche Apparat — wie dies auch W. Herzberg auf experimentellem Wege festgestellt hat — keine verläßlichen Daten liefert. Es sei noch bemerkt, daß die Beurteilung der Falzfestigkeit auf Grund der Güte nur dann anwendbar ist, wenn die Papiere möglichst gleichförmig dick sind; für starkgerippte Papiere ist also dieses Verfahren nicht anwendbar, ebensowenig für stark verdichtbare Papiere (Löschpapier), da letztere jene Grundbedingung, die wir bei der Berechnung der Zähigkeit aufstellten (Beständigkeit des Volums oder Dichte) nicht erfüllen.

Holzschliffhaltige Papiere habe ich aus dem Vergleiche ausgeschlossen, da deren mechanische Eigenschaften infolge der Einwirkung von Luft und Licht sich rasch ändern.

Digitized by Google

Bei der Betrachtung der Beanspruchungen am Schopperschen Apparate haben wir stillschweigend vorausgesetzt, daß die Versuche nur mit einer gewissen Feder durchgeführt werden; da aber an diesem Apparate die Federspannung geändert werden kann, so wollen wir noch den Einfluß der Spannkraft der Feder auf die Doppelfalzungen feststellen.

Zu diesem Zwecke wurde die Leipziger Versuchsanstalt ersucht, die Falzversuche mit vier verschiedenen Federn durchzuführen. Die erhaltenen Falzzahlen wurden als Abszissen und die Gütezahlen als Ordinaten in einem logarithmischen Koordinatensysteme aufgetragen, und es ergaben sich auf diese Weise vier gerade Linien,

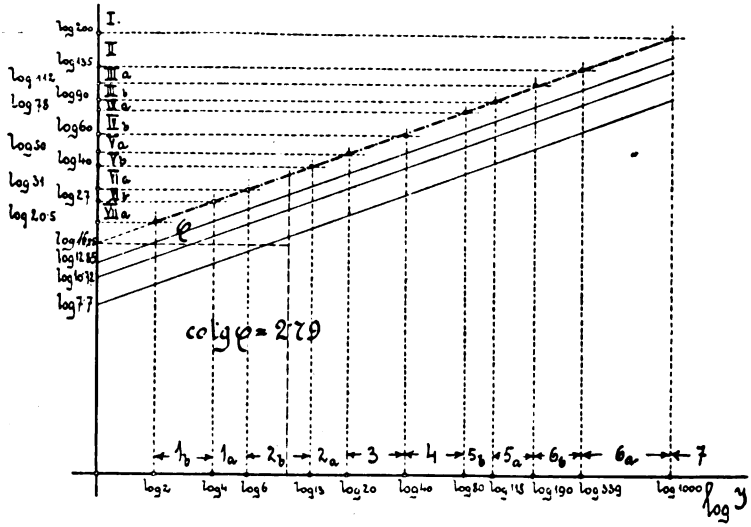


Fig. 8.

alle mit demselben Neigungswinkel (φ), die aber die Ordinatenachse in verschiedener Höhe schnitten ($A_{o\,1000}$, $A_{o\,900}$, $A_{o\,800}$, $A_{o\,700}$, siehe Fig. 8).

Die Gleichungen dieser Geraden sind:

$$J_{1000} = \left(\frac{A^{mkg}_{kg}}{A_{o\,1000}}\right)^{2\cdot79} \qquad (5)$$

$$J_{900} = \left(\frac{A^{mkg}_{kg}}{A_{o\,900}}\right)^{2\cdot79}$$

etc. etc.

Digitized by Google

woraus

$$J_{1000} = J_{900} \left(\frac{A_{o\,900}}{A_{o\,1000}}\right)^{2\cdot79}$$

$$J_{1000} = J_{800} \left(\frac{A_{o\,800}}{A_{o\,1000}}\right)^{2\cdot79}$$

usw.,

somit

$$J_{1000} = J_{900} \cdot a_1 = J_{800} \cdot a_2 = J_{700} \cdot a \qquad (11)$$

Die Koeffizienten a_1, a_2, a_3, beziehungsweise die Ordinaten $A_{o\,900}$, $A_{o\,800}$, $A_{o\,700}$ wurden mit Hilfe der Fig. 8 berechnet und gefunden, daß $a_0 = 1$, $a_1 = 0{\cdot}52$, $a_2 = 0{\cdot}314$, $a_3 = 0{\cdot}125$, beziehungsweise daß $A_{o\,1000} = 16{\cdot}2$, $A_{o\,900} = 12{\cdot}85$, $A_{o\,800} = 10{\cdot}72$, $A_{o\,700} = 7{\cdot}7$ sei.

Nach Formel 11 erhält man nun bei Anwendung schwächerer Feder die der stärkeren entsprechende Falzzahl durch einfache Multiplikation.

Dieses Resultat ist in vollem Einklange mit jenem, welches die Kommission zur Untersuchung der Staatspapiere in St. Petersburg erhalten hat (s. Papierzeitung 1905, Nr. 74).

Diese Kommission hat nämlich das Verhältnis der Spannkraft zur Falzzahl mit Hilfe eines logarithmischen Koordinatensystemes festgestellt, in welchem die Spannkraft (R) der angewandten Feder als Ordinate, die entsprechende Zahl der Doppelfalzungen als Abszisse aufgetragen wurde und es ergab sich eine Gerade, deren mathematischer Ausdruck

$$\log J_1 = (\log R_0 - \log R_1) \operatorname{tg} \varphi$$

ist, woher

$$J_1 = \left(\frac{R_0}{R_1}\right)^{\operatorname{tg} \varphi}$$

$$J_2 = \left(\frac{R_0}{R_2}\right)^{\operatorname{tg} \varphi}$$

woraus $$J_1 = J_2 \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^{\operatorname{tg} \varphi}$$

also $$J_1 = J_2 \cdot a_2$$

entsprechend unserer Formel 11.

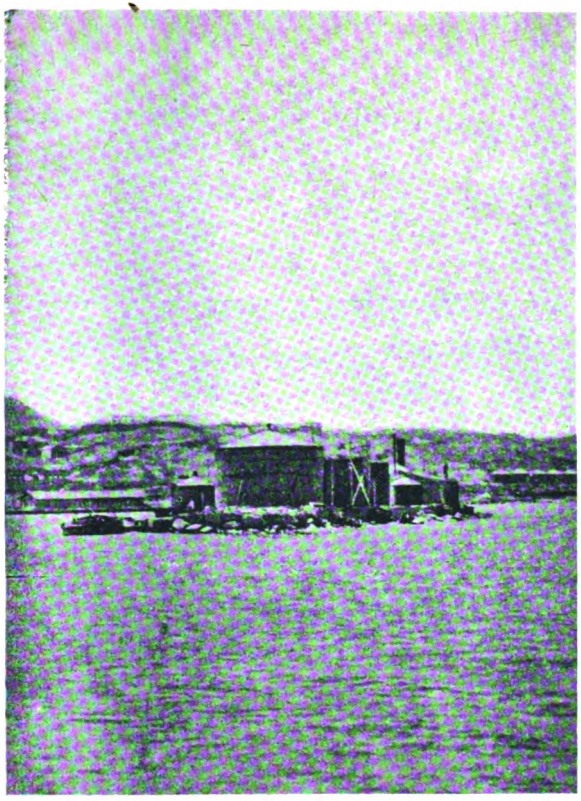
Auch Herzberg gelangte zu demselben Resultate (Mitteilungen der kgl. Versuchsanstalt zu Berlin, 1901).

Digitized by Google

Herzberg bestimmte nämlich die Verhältniszahlen der Doppelfalzungen bei Anwendung verschiedener Federn und berechnete deren Mittelwerte, die gleich den reziproken Werten der Koeffizienten a_1, a_2, a_3 der Formel 11 sind.

Aus den bis jetzt mitgeteilten Versuchsergebnissen und Erörterungen ist es nun klar, daß die Widerstandsfähigkeit solcher Materialien gegen wiederholte Beanspruchungen auf Zug und Biegung, die nur Zähigkeit besitzen, von der gesamten Arbeitsfähigkeit, also von der Elastizitätsarbeit und jener, die zur Überwindung der inneren Reibung nötig ist, abhängt.

Digitized by Google

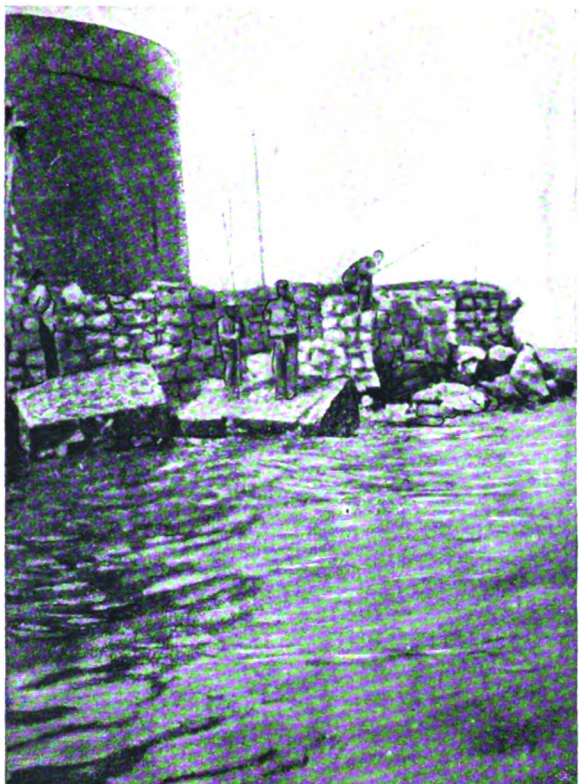


№ 1. Petrovsk. Le musoir du mole Nord.

№ 2. Petrovsk. Le musoir du mole Sud.

Digitized by Google

Digitized by Google

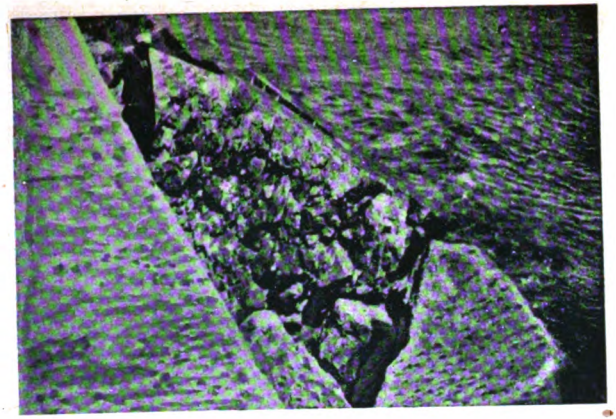


№ 3. Petrovsk. La superstructure du mole Nord.

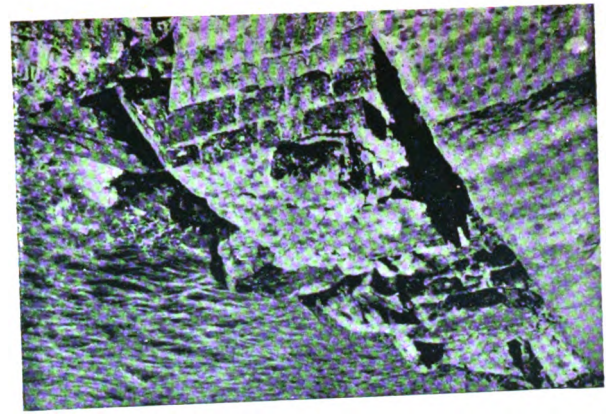
№ 4. Petrovsk. La superstructure du mole Sud.

Digitized by Google

Digitized by Google

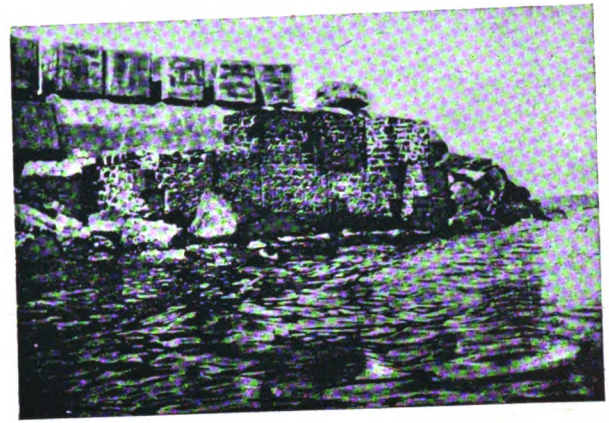


№ 5. Poti Les. blocs de defense du grand mole.



№ 6. Poti. Les blocs de defense et la supers'tructure du grand mole.

№ 7. Petrovsk. La superstructure du mole Sud.



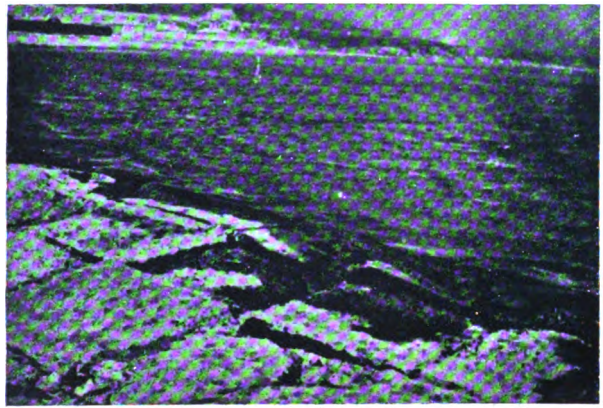
№ 8. Petrovsk. La partie éxterieure du mole Sud.

Digitized by Google

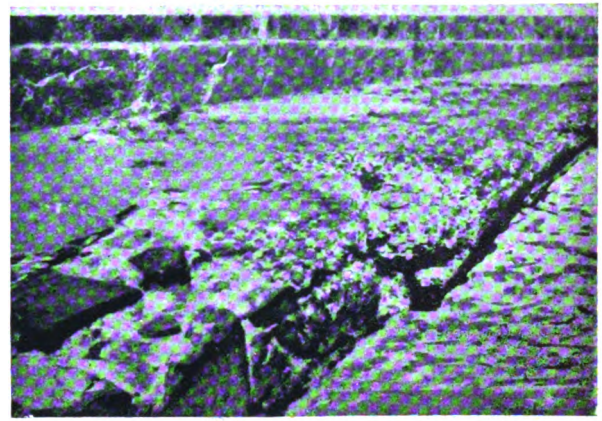
Digitized by Google

№ 9. Poti. Les blocs de 1874—78 en chaux de Teil.

№ 10. Poti. Les blocs de 1874—78 en chaux de Teil.



№ 11. Novorosisk. La surface des blocs de defense du mole Est.



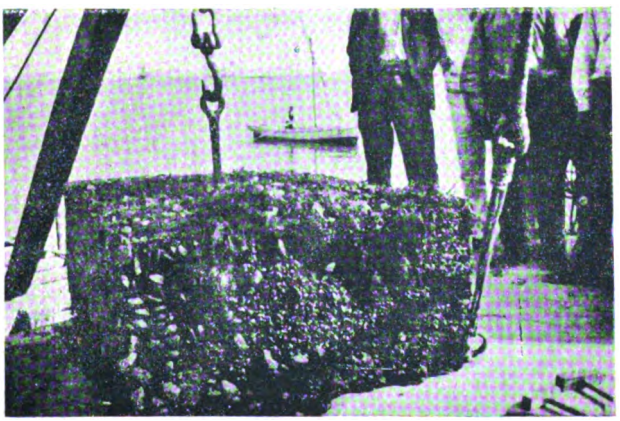
№ 12. Novorossisk. Les blocs du mole Ouest.

Digitized by Google

Digitized by Google

№ 13. Novorossisk. La superstructure du mole Est.

№ 14. Theodosie. La superstructure du grand mole.



№ 15. Theodosie. Le bloc de 1892 en ciment portland de Glouchozersk.

Digitized by Google

Digitized by Google

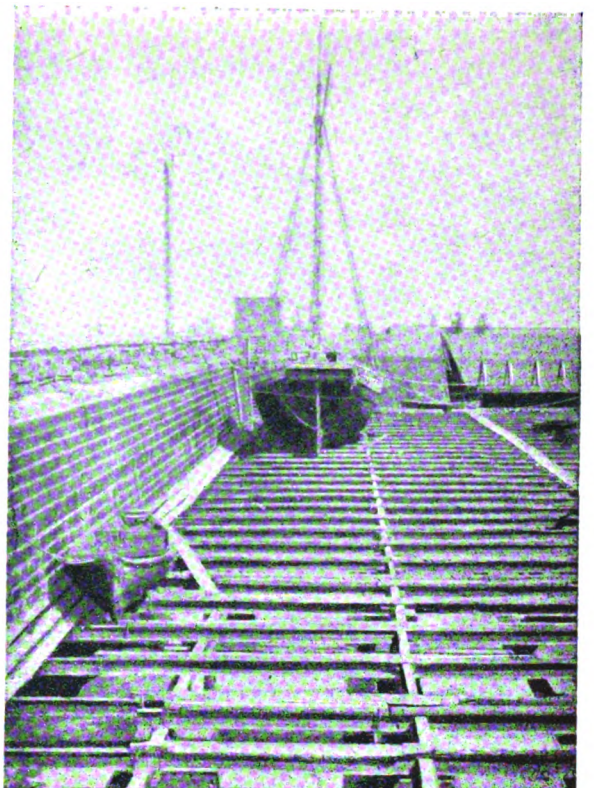
№ 16. Jalta. Le bloc de 1895 en ciment portland de Glouchozersk.

№ 17. Odessa. Le bloc de 1868—69 en pouzzolanne de Rome.

Digitized by Google

Digitized by Google

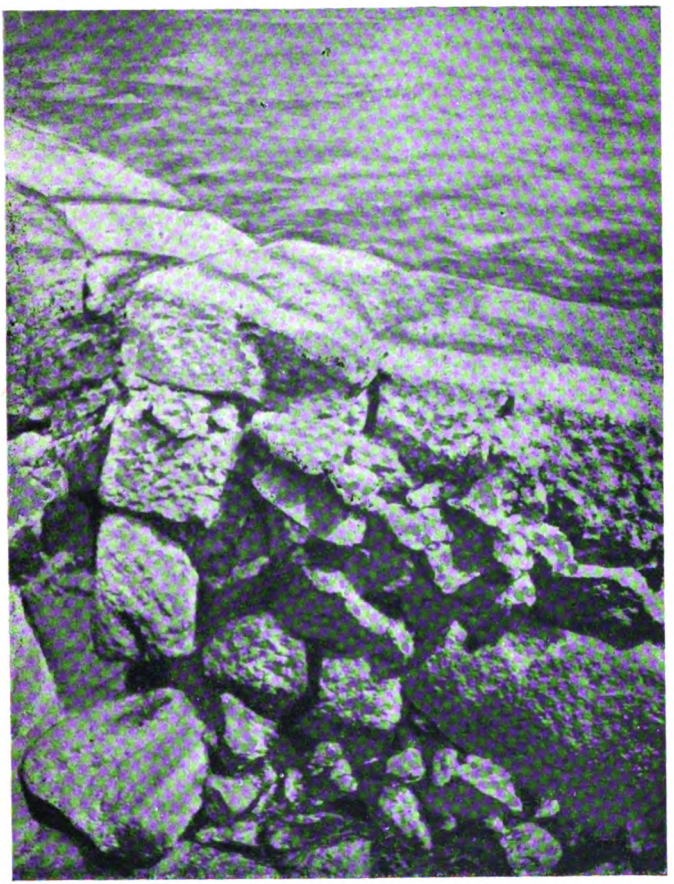
№ 18. Bakou. Les suintemente dans le dock de M-r Dadachev.



№ 19. Bakou. Les suintements dans le dock de M-r Dadachev.

Digitized by Google

Digitized by Google



№ 20. Poti. Les. blocs de defense et la superstructure deteriorée du grand mole.

Digitized by Google

Digitized by Google

№ 21. Poti. Les blocs de 1902 en ciment portland de Novorossik.

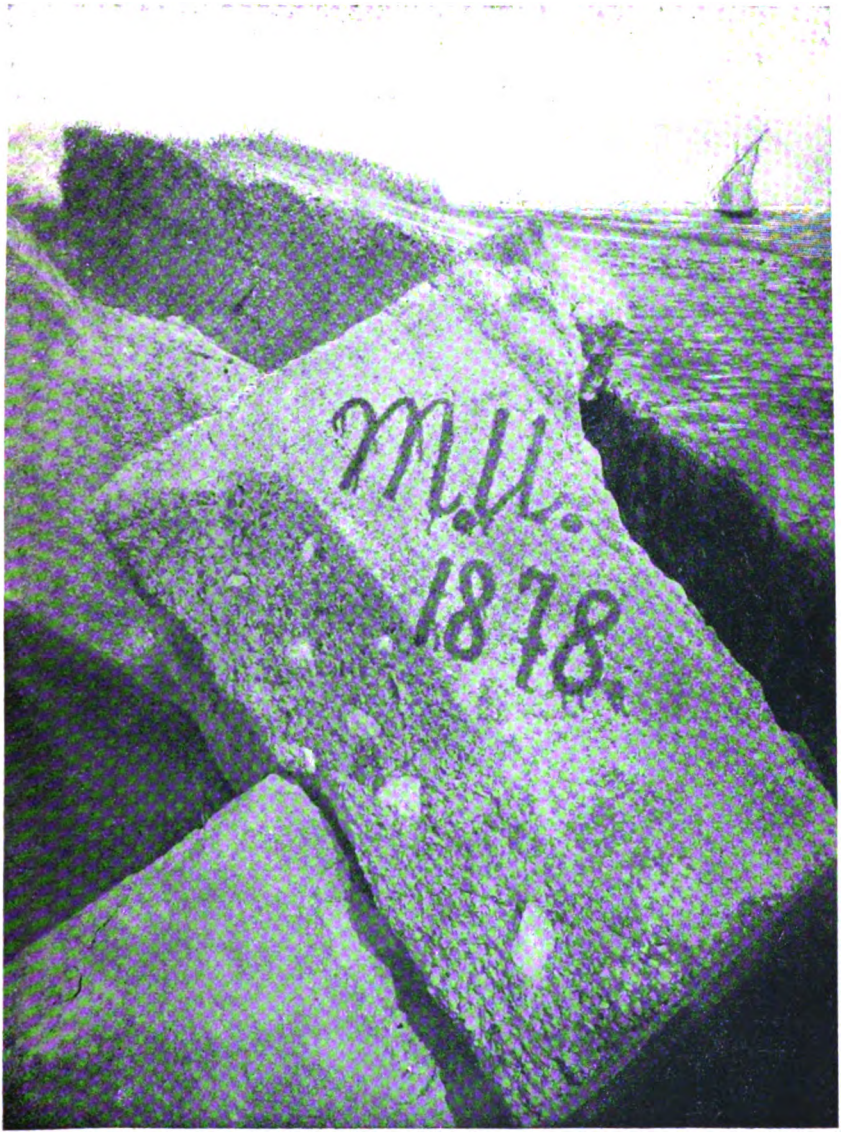
Digitized by Google

Digitized by Google

№ 22. Poti. Les blocs de 1874—78 en chaux de Teil.

Digitized by Google

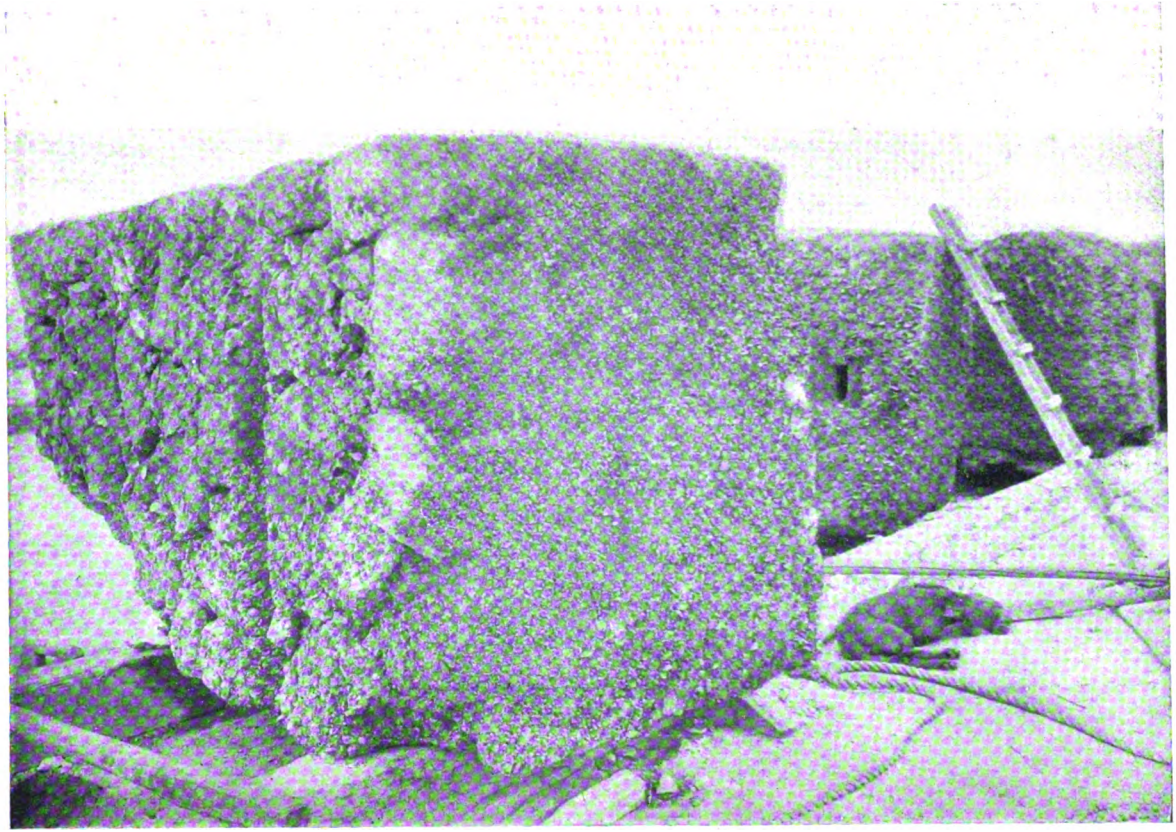
Digitized by Google



№ 23. Poti. Les blocs de 1868 en chaux de Teil.

Digitized by Google

Digitized by Google



№ 24. Poti. Les blocs de 1878 en chaux de Teil.

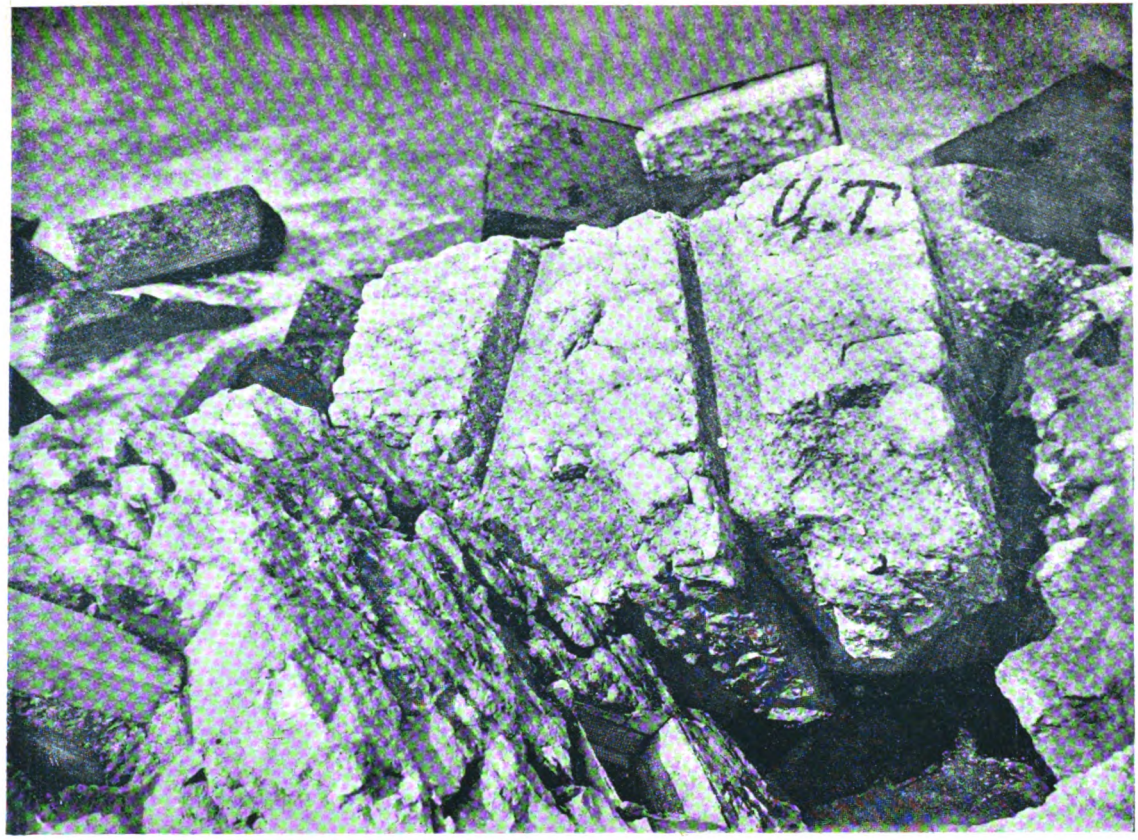
Digitized by Google

Digitized by Google

№ 25 Poti. Les blocs de 1878 en ciment local de Teklak.

Digitized by Google

Digitized by Google



№ 26 Poti Les blocs de 1878 en ciment local de Teklak.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTERNATIONALER VERBAND FÜR DIE MATERIALPRÜFUNGEN DER TECHNIK

V. KONGRESS, KOPENHAGEN 1909.

XIX1

ÜBER DAS VERSUCHSWESEN AUF DEM GEBIETE DES AUTOMOBILISMUS.

Grundlinien eines von **Dr. W. Exner,** Wien, auf dem Kongresse zu haltenden Vortrages.

Mitteilungen über bestehende Versuchsanstalten dieser Art und deren Erfolge.

Programm einer staatlichen Versuchsanstalt für Kraftfahrzeuge.

Ausschreibung des Pötting-Preises zum Behufe der Kreierung von Versuchsmethoden für die Radreifenerprobung.

Konkursausschreibung für Geschwindigkeitsbegrenzer.

XIX2

ÜBER DIE INTERNATIONALE GESETZLICHE REGELUNG DES TECHNISCHEN VERSUCHSWESENS.

Grundlinien eines von **Dr. W. Exner,** Wien, auf dem Kongresse zu haltenden Vortrages.

Übersicht derjenigen älteren und neueren Gesetze, die bestimmte Zweige des Versuchswesens behandeln, z. B. Eichwesen, Punzierungswesen, Handfeuerwaffen, Nahrungsmittelverfälschung, Dampfkessel, Automobilhaftpflichtgesetz, Verzehrungssteuern usw.

Gesetzliche Definition des Charakters der von den Versuchs-, Untersuchungs-, Prüfungs- und Erprobungsanstalten ausgefertigten Atteste als öffentliche Urkunden.

Verfügungen, betreffend das technische Versuchswesen im Wege von Ministerialverordnungen.

Genesis des österreichischen Gesetzes, betreffend die Untersuchungs-, Erprobungs- und Prüfungsanstalten und Vorschläge zur Ausdehnung des Wirksamkeitsgebietes des Exnerschen Gesetzes im Wege einer internationalen Vereinbarung.

Digitized by Google

Digitized by Google

XXI

GESCHÄFTSBERICHT FÜR DIE PERIODE VOM IV. BIS ZUM V. KONGRESS.

Der für die Periode vom IV. bis zum V. Kongreß gewählte Vorstand hat sich in seiner Sitzung zu München am 11. Februar 1907 konstituiert. Sein erster Beschluß galt der Ernennung des um den Verband so verdienten früheren Leiters der Präsidialgeschäfte, Herrn Sektionschef Dr. Franz Berger in Wien, zum bleibenden Vorstandsmitglied. Der Vorstand hoffte durch diese Ehrung Herrn Sektionschef Berger ebenso sehr seinen Dank für dessen Tätigkeit auszusprechen, wie sich seiner weiteren Mitwirkung zu versichern. Die früheren Vize-Präsidenten, die Herren Geheimrat Dr. Ing. A. Martens aus Groß-Lichterfelde und Exz. Dr. Ing. N. Belelubsky aus St. Petersburg wurden einstimmig wiedergewählt.

Die heutige Liste des Vorstandes (Anhang A) weist gegenüber jener, welche aus den Wahlen beim IV. Kongreß hervorging, manche Veränderung auf.

Durch das im Oktober 1908 erfolgte Hinscheiden des Vertreters für Großbritannien, Herrn Bennett H. Brough, hat der Verband einen äußerst schmerzlichen Verlust erlitten. Herr Brough hatte in dankenswertester und erfolgreichster Weise dafür gewirkt, in Großbritannien den vereinheitlichenden Ideen des Verbandes, die gerade dort auf manchen Widerstand stießen, Anerkennung und Anhänger zu verschaffen. Sein Name wird mit der Entwicklung des Verbandes untrennbar verknüpft bleiben. An seine Stelle haben die britischen Mitglieder Herrn G. C. Lloyd in den Vorstand entsendet.

Statt des durch Berufsgeschäfte verhinderten Vertreter Schwedens, des Herrn Ing. G. Dillner hat Herr I. O. Roos af Hjelmsäter sich in opferwilliger Weise bereit erklärt, die Geschäfte dieses Landes bis zur Neuwahl weiterzuführen.

Digitized by Google

Ein neues Land, Luxemburg erscheint heute in der Verbandsleitung vertreten, da Herr E. Bian, Direktor der Forges d'Eich in Dommeldingen freundlichst die Funktionen eines Vertrauensmannes übernahm.

Dem Beschlusse des IV. Kongresses auf Schaffung eines Generalsekretariats hat der Vorstand durch die Ernennung des bisherigen Sekretärs, Herrn Ernst Reitler, zum Generalsekretär entsprochen. Sein erweiterter Wirkungskreis wurde einem Vertrage in der Geschäftsordnung festgelegt. Mit der Bestellung eines Generalsekretärs, der die Verbandsgeschäfte nach Anweisung des Präsidenten selbständig führt, ist die Stabilisierung und die Kontinuität in der Geschäftsführung gesichert.

Der Vorstand hat sich am 11. und 12. Februar 1907 zu München zu der — seit Gründung des Verbandes — XVI. Sitzung, am 11. April 1908 zu München zur XVII. und am 6. Februar 1909 zu Frankfurt a./M. zur XVIII. Sitzung versammelt.

Seine Hauptaufgabe war die **Vorsorge für die Arbeitsorganisation des V. Kongresses** auf Grund der vom IV. Kongreß gefaßten Beschlüsse.

Eine Anregung, die Herr Prof. H. Le Chatelier aus Paris in einem an Herrn Prof. H. I. Hannover zu Kopenhagen gerichteten Schreiben gegeben hatte, wurde in diesen Beschlüssen des Vorstandes fruchtbar verwertet. Herr Le Chatelier hatte angeregt, für den nächsten Kongreß dadurch für interessante Diskussionen vorzusorgen, daß bloß einige große Fragen von allgemeinem Interesse aufgestellt werden, die in verschiedenen Ländern Parallelstudien unterzogen werden sollten. Als solche Fragen hob Herr Professor Le Chatelier die Unregelmäßigkeit in den Festigkeitsversuchen mit Zement und Mörtel und die Mittel zu ihrer Behebung, die Festigkeit der Metalle bei wiederholter Beanspruchung, den Einfluß der erhöhten Temperatur auf die Eigenschaften der Metalle und die Härteprüfung nach Brinell besonders hervor.

Diese Anregungen fanden im Kreise des Vorstandes volle Würdigung und es wurden durch die Aufstellung einiger Hauptfragen, die heute im Vordergrunde des Interesses stehen, Kristallisationspunkte für die Verhandlungen des nächsten Kongresses geschaffen. Zu diesen Hauptfragen wurden Beiträge von

Digitized by Google

den Mitgliedern aller Länder erbeten, ferner hervorragende Fachmänner eingeladen, einen offiziellen Bericht über je eine Hauptfrage zu erstatten und die Diskussion über diesen Gegenstand auf dem Kongreß selbst durch einen kurzen Übersichtsvortrag einzuleiten.

Die Hauptfragen und die auf Grund der Vorschläge der Vorstandsmitglieder oder nationaler Verbände ernannten Berichterstatter sind folgende:

A. Metalle.

Metallographie (Metallurgie, Legierungen), Berichterstatter H. Professor E. Heyn, Groß-Lichterfelde.

Härteprüfung, Berichterstatter H. Dr. P. Ludwik, Wien.

Schlagproben, Berichterstatter H. G. Charpy, Paris.

Dauerversuche, Berichterstatter H. E. J. Howard, Watertown Arsenal.

Gußeisenprüfung, Berichterstatter H. Dr. R. Moldenke, New-York.

Einfluß erhöhter Temperatur auf die mechanischen Eigenschaften der Metalle, Berichterstatter H. Professor M. Rudeloff, Groß-Lichterfelde.

B. Zement, Steine, Beton usw.

Eisenbeton, Berichterstatter H. Professor F. Schüle, Zürich.

Fortschritte in den Methoden der Prüfung der Zemente, Berichterstatter H. R. Feret, Boulogne-sur-mer.

Zement im Meerwasser, Berichterstatter H. W. Czarnomski und Prof. A. Baykoff, Petersburg.

Wetterbeständigkeit der Bausteine, Berichterstatter H. Professor A. Hanisch, Wien.

C. Diverses.

Öle, Berichterstatter H. Dr. M. Albrecht, Hamburg.

Kautschuk, Berichterstatter H. E. Camerman, Brüssel.

Holz, Berichterstatter H. K. W. Hatt, Lafayette, Ind.

Anstrichmassen, Berichterstatter H. Professor E. Heyn, Groß-Lichterfelde und H. S. S. Voorhees, Washington.

Die Aufstellung der Hauptfragen hatte den gewünschten Erfolg, daß eine Reihe die Materialprüfung heute bewegender Fragen

Digitized by Google

von hervorragenden Fachmännern aller Länder unabhängig voneinander bearbeitet wurden. Diese Monographien und die zusammenfassenden offiziellen Berichte werden die Grundlage der Kongreßverhandlungen bilden. Durch diesen Vorgang hat sich an Stelle der mühsam arbeitenden Kommissionen eine neue, internationale Form der Bearbeitung gewisser Fragen herausgebildet; zugleich waren damit die großen Richtlinien für eine geordnete, gedeihliche Diskussion des V. Kongresses gegeben.

Wenn der Vorstand auch mit Recht von der Einzelbehandlung dieser Fragen oder einzelner Seiten derselben sich einen besonderen Erfolg versprach, so war es selbstverständlich, daß alle jene Aufgaben, welche auf Vereinheitlichung von Verfahren hinzielen oder welche in anderer Richtung weite Interessensphären aller Länder berühren und für ihre Bearbeitung daher den Kontakt zwischen den Referenten und den maßgebenden Kreisen dieser Länder erforderlich machen, auch weiterhin nur von Kommissionen in erfolgreicher Weise behandelt werden konnten.

Eine Reihe von Kommissionen konnten auf Grund der Kongreßbeschlüsse zur Fortsetzung ihrer Arbeit eingeladen werden. Es sind dies die Kommissionen zu folgenden technischen Aufgaben:

1. Internationale Lieferungsbedingnisse für Eisen und Stahl, für welche ein sechsgliederiger Unterausschuß aus Deutschland, Großbritannien und den Vereinigten Staaten zur Durchführung der Arbeit ernannt wurde. (S. Anhang B.)

2. Untersuchung der Homogenität von Eisen und Stahl für Zwecke der Übernahme.

25. Gußeisenprüfung.

24. Einheitliche Nomenklatur für Eisen und Stahl.

9. Beschleunigte Prüfung der Festigkeit der Zemente.

11. Prüfung des mörteltechnischen Wertes der Puzzolane.

7. Wetterbeständigkeit der Bausteine.

32. Volumbeständigkeitsprüfung.

34. Nomenklatur des Bitumens.

Ebenso wurde der ungarische Verband um Erstattung des übernommenen Referates zur technischen Aufgabe:

33. Einfluß der Wasser- und Sandmenge auf die Festigkeit der Romanzemente gebeten.

Digitized by Google

Hiezu traten auf Grund der Kongreßbeschlüsse folgende neu ernannte Kommissionen, deren Zusammensetzung im Anhang B zu ersehen ist.

Und zwar für die Aufgaben:

38. Lieferungsbedürfnisse für Kupfer.

30. Feinstes Mehl in Portlandzement.

41. Eisenbeton.

42. Prüfung der Zemente mittelst Prismen und Normalsand.

39. Öle.

Endlich die Bestellung von Referenten zur Aufgabe

28. Miteinbeziehung magnetischer und elektrischer Eigenschaften bei der mechanischen Prüfung der Metalle und

40. Lieferungsbedingnisse für Gips.

Die übrigen auf der Liste des Verbandes stehenden Aufgaben: 4 (Schweißungen und Schweißbarkeit), 6 (Polieren und Ätzen zu mikroskopischer Gefügeuntersuchung), 26 (Kerbschlagproben), 27 (Kugeldruckproben), 36 (makroskopische Gefügeuntersuchung), 37 (Mikroskopische Gefügeuntersuchung), 10 (Haftvermögen hydraulischer Bindemittel), 12 (Abbindezeit), 31 (Zement im Meerwasser) konnten ohne besondere Referenten verbleiben, da ihre Behandlung bereits durch die zu den Hauptfragen erbetenen Berichte eingeleitet war.

Das Ergebnis der Beteiligung zahlreicher Referenten an diesen Hauptfragen und der regen Tätigkeit der Kommissionen, die in dankenswertester Weise eine Reihe wichtiger Fragen teils zum Abschlusse, teils wesentlich vorwärts brachten, ist aus der im Anhang (C) gegebenen Liste der dem Kongreß vorgelegten Berichte ersichtlich, die zugleich ein Bild der vielseitigen und intensiven Arbeit geben, welche heute dem Materialprüfungswesen in allen Kulturstaaten der Welt gewidmet wird.

Neben der Arbeitsorganisation des Kongresses hat der Vorstand **der Frage der Veröffentlichungen** seine besondere Obsorge gewidmet.

Die Beschlüsse der Bauschingerischen Konferenzen über einheitliche Untersuchungsmethoden im Jahre 1893 waren die letzten Ergebnisse internationalen Zusammenwirkens auf dem Gebiete der

Digitized by Google

Materialprüfung gewesen. Durch die Veröffentlichung der vom IV. Kongreß empfohlenen „Verfahren zur Prüfung der Metalle und Legierungen der hydraulischen Bindemittel, des Holzes, der Ton-, Steinzeug- und Zementröhren", die in drei Sprachen in Leipzig—Wien, Paris, London und New-York auf den Büchermarkt gebracht wurden, war nach langer Zeit, wieder das von den Konferenzen übernommene Werk um ein gutes Stück weitergebracht worden. Mit der dreisprachigen Veröffentlichung der letzten Kongreßverhandlungen, ferner der Schrift von Guillet über das in Brüssel ausgestellte Musterlaboratorium, das die modernen Prüfungsverfahren in ihrer praktischen Anwendung zeigte, vor allem aber mit der Schaffung eines dreisprachigen offiziellen Organes in den „Mitteilungen" hat der Vorstand die Kreise seiner Mitgliederschaft über alle Arbeiten im Verbande am laufenden erhalten und ist durch den buchhändlerischen Vertrieb dieses Organs vor die große Öffentlichkeit getreten, um für die Ideen des Verbandes neue Anhänger und neue Mitarbeiter zu werben.

In den „Mitteilungen" hat der Vorstand versucht, einen literarischen Mittelpunkt für alle Bestrebungen im Gebiete des Materialstudiums zu schaffen. Neben der Verlautbarung der geschäftlichen Anzeigen des Verbandes dienen sie der Veröffentöffentlichung aller Kongreßberichte und Kongreßverhandlungen und bringen in einer fortlaufenden Rundschau Hinweise auf alle Erscheinungen im Gebiete des Materialwesens, vornehmlich in jenem der praktischen Erfahrungen und Versuche, u. zw. in einer Vollständigkeit, die von keiner der vielen vortrefflichen Revuen in ähnlicher Art erreicht wird. Um diese Rundschau aber noch vollständiger ausgestalten zu können, hofft der Vorstand mit der Zeit die Mitwirkung aller Laboratorien der Welt zu erlangen, in dem Sinne, daß sie Hinweise auf ihre Arbeiten in einer der drei Verbandssprachen zur Verfügung stellen.

Die großen Vorteile, welche der Vorstand auf diese Weise allen Verbandsmitgliedern zu bieten versuchte, indem er ihnen alle Kongreßschriften in einer der drei verschiedensprachigen Ausgaben unentgeltlich zusendete, legte dem Verband finanzielle Opfer auf, denen sein kleines Budget nicht gewachsen war. Beim Brüsseler Kongreß und in dem gegenwärtigen Kopenhagener Kongreß hat nur die Freigebigkeit des Organisationskomitees über diese Schwierigkeit in dankenswerter Weise hinweggeholfen.

Digitized by Google

Der Vorstand konnte sich aber bei dieser Sachlage nicht der Erkenntnis verschließen, daß er in nächster Zukunft an die Eröffnung neuer Hilfsquellen denken müsse, um sicher und erfolgreich auf dem betretenen Wege weiterschreiten zu können.

Bewegung in der Zentralkassa in Francs. (S. Kassabericht Beilage D.)

	1906		1907		1908	
	Einnahmen	Ausgaben	Einnahmen	Ausgaben	Einnahmen	Ausgaben
Saldo am 1. Jänner .	11.892·66		200·97		1.731·27	
Normale Einnahmen und Ausgaben . .	14.536·45	9 678 02	14.003·86	9.741·25	14 272 62	10.951·55
Außerordentliche Einnahmen u. Ausgaben (Subvention des Organ.-Komitees in Brüssel, Veröffentlichung der Kongreßschriften, Diverses.)	17.489 46	34.039·58	5.261·55	7.993 86	68·33	1 806·90
Saldo am 31. Dezbr.		200·97		1.731·27		3.313·77
Summe . .	43.918·57	43.918·57	19.466·38	19.466·38	16.072·22	16.072·22

Der große Erfolg des Brüsseler Kongresses und die zu gewärtigende wissenschaftliche Arbeit des kommenden, die durch die Mitteilungen in weitere Kreise bekannt gemacht wurde, hat in fast allen Ländern eine erfreuliche Zunahme der Mitglieder hervorgerufen. Der Mitgliederzahl von 1906 beim Brüsseler Kongreß steht heute eine Zahl von 2300 gegenüber. (S. Anhang E.) Auch die Zahl der den Verband subventionierenden Körperschaften und Vereine, deren gesamter Beitrag in der Höhe von 4236 Frcs. etwa den vierten Teil der normalen jährlichen Einnahmen bildet, hat einen — wenn auch kleinen — Zuwachs aufgewiesen. (Anhang F.)

Leider hat der Verband in der verflossenen Periode in den Reihen seiner Mitglieder manchen schweren Verlust zu beklagen.

Außer dem schon erwähnten Hinscheiden des so verdienten Vorstandsmitgliedes für Groß-Britannien Herrn Benett H. Brough, betrauert der Verband das Ableben des Herrn J. Magery und des Herrn E. Roussel, die sich beide als Sektionspräsidenten des letzten Kongresses um dessen Gelingen so hervorragende Ver-

Digitized by Google

dienste erworben haben. In Herrn Prof. Dr. H. Gießler verlor der Verband den unermüdlichen Herausgeber der „Baumaterialienkunde", der durch 12 Jahre dem Materialwesen einen literarischen Mittelpunkt gegeben und in dessen Zeitschrift auch die offiziellen Mitteilungen des Verbandes Aufnahme gefunden hatten. Den Verlust von Männern wie Jul. Thompsen, der noch dem Kopenhagener Kongresse den Glanz seines Namens leihen wollte, wie G. Cartaud, H. Wedding, hat die Wissenschaft der ganzen Welt mitbetrauert.

Die folgende Liste zeigt die Reihe der Männer, die dem Verbande als hervorragende Mitarbeiter und als treue Mitglieder angehört haben und seit dem letzten Kongresse durch den Tod entrissen wurden:

Böcking F., Oberingenieur, Düsseldorf.
Gießler, H., Dr., Professor, Herausgeber der Baumaterialienkunde, Stuttgart.
Kintzlé F., Betriebsdirektor, Rote Erde bei Aachen.
Peters Dr. Ing., Geheimer Baurat, Berlin.
Wedding H., Dr., Professor, Geheimer Bergrat, Berlin.
Kernot W. C., M. A. S. C. E., Melbourne.
Rudschitzky C., Ingenieur, Witkowitz.
Acker Paul, Ingenieur en chef de Service de la Société John Cockerill, Seraing.
Coiseau Louis, Ingénieur Civil, Entrepreneur à Paris.
Frenay Henri, Ingénieur, Directeur général de la Fabrique Nationale d'armes de Guerre à Herstal, Liège.
Magéry Jules, Administrateur des Aciéries Rote Erde, Aachen à Namur.
Roussel Ernest, Ingénieur, Directeur de l'Arsenal des Chemins de fer de l'Etat Belge à Malines.
Teller C. Ph., Professor der techn. Hochschule, Hellerup.
Bayer, Sous-Chef du Service des Approvisionnements aux chemins de fer de l'Etat.
Cartaud G., Ingénieur chimiste, Boulogne s. Seine.
Lejeune, Ingénieur au Service du Laboratoire et des Etudes de la Société J. et A. Pavin, Lafarge.
Polonceau (R.), Ingénieur au Service du Matériel et de la Traction de la Compagnie des chemins de fer d'Orléans.

Digitized by Google

Quinette de Rochemont, Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite.
Rouzet, Fabricant de ciment à Tours.
Blackwell G. G., Liverpool.
Brough Bennett H., Secretary to the Iron and Steel Institute London.
Spencer J., W., Newcastle on Tyne.
Gray Thomas, Professor of Dynamic Engineer, Rose Polytechnic Institute, Terre Haute, Ind.
Leproux André, Directeur Général de la Compagnie Royale du chemin de fer Portugais, Lisbonne.
Juzarte Caldeira, Carlo Augusto, Colonel d'Artillerie, Directeur de la Manufacture d'armes de l'Etat, Lisbonne.
Perraudin A., Oberingenieur, Huta Bankowa (Russie).
Lindberg Werner, Senator, Helsingfors.
Strömberg G., Wirklicher Staatsrat, Helsingfors.
Gugler K., Ingenieur, Zürich.
Ritter W., Dr., Professor, Zürich.

Ein Rückblick auf die abgelaufene Periode zeigt, daß die Erkenntnis für die Bedeutung der Materialprüfung sich in allen Ländern vertieft hat. Mit dieser steigenden Erkenntnis hat sich auch die Bedeutung des Internationalen Verbandes gehoben. Das Entstehen und das rasche Aufblühen der nationalen Verbände in Italien, in Österreich und in Rußland, das in diese Periode fällt, spricht am deutlichsten für die Lebenskraft und für die innere Berechtigung der Ideen, die der Verband vertritt. Mit derselben Selbstlosigkeit, wie der kleine vor 25 Jahren um Bauschinger gesammelte Kreis, verfolgt der Verband heute, da er alle Kulturstaaten umfaßt, seine auf die Ausbildung und die Vereinheitlichung der Prüfungsverfahren gerichteten Bestrebungen, und je kräftiger diese in den einzelnen Ländern Wurzel fassen, desto reicher zeigt sich der Gewinn, der aus dem Zusammenwirken aller Faktoren im Internationalen Verband für die Gesamtheit erwächst.

Im Namen des Vorstandes:

Der Generalsekretär: **Ernst Reitler.**

Der Präsident: **Alex. Foß.**

Anhang A—F.

Digitized by Google

Digitized by Google

II. TEIL.

DIE KONGRESSVERHANDLUNGEN.

Digitized by Google

Digitized by Google

VORWORT.

Der vorliegende zweite Teil des Kongreßberichtes gibt eine Übersicht über die Organisation, über die Teilnehmer und über die Verhandlungen des Kongresses.

Die Verhandlungen fanden in zwei Vollversammlungen und in mehreren gesonderten Sektionssitzungen statt. Die Leitung der Vollversammlungen war in den Händen des Verbandspräsidenten Herrn Ingenieur Alex. Foß. Für jede Sektion war ein Bureau bestellt, welches aus einem geschäftsführenden Vorsitzenden und mehreren Schriftführern bestand, die sich in der selbstlosesten und dankenswertesten Weise ihrer mühevollen Aufgabe unterzogen. Die Zusammensetzung dieser Bureaux war folgende:

Sektion A (Metalle):

Vorsitzender: H. O. Busse, Direktor der Maschinenabteilung der dänischen Staatsbahnen.

Schriftführer: H. R. Christiani, Ingenieur, H. G. N. Knub, Ingenieur, H. Ove Munck, Oberingenieur, H. O. K. Ovesen, Chef der Prüfungsanstalt der Artillerie.

Sektion B (Zement, Beton und Steine):

Vorsitzender: H. T. Grut, Hauptmann des Geniekorps.

Schriftführer: H. O. H. Arboe, Ingenieur, H. Jul. Mathiesen, Ingenieur, H. Axel Schäffer, Ingenieur, H. H. E. Stenbjörn, Ingenieur.

Sektion C Diverses.

Vorsitzender: H. B. Münter, Kapitän zur See a. D.

Schriftführer: H. H. P. Bonde, Ingenieur, H. A. Jacobsen, Ingenieur, H. Mayntz Petersen, Unterdirektor, H. E. Suenson, Professor.

Die Herren Ehrenpräsidenten und Ehrenschriftführer, deren Liste der Präsident in der ersten Vollversammlung bekanntgab

Digitized by Google

(s. dort S. 5 u. ff.), hatten die Freundlichkeit, das Bureau auf das wirksamste zu unterstützen. Dies galt namentlich hinsichtlich der Übersetzungen bei den dreisprachig geführten Verhandlungen. Es sei auch an dieser Stelle nochmals der großen Verdienste gedacht, die sich außer den Herren Präsidenten namentlich die Herren Professoren Schüle und Dr. Weiß, Herr Rosenhain, H. Direktor Hiertz, die Herren Sachs, Lloyd und Mathiesen für die Verdolmetschung erworben haben.

Die Herren Schriftführer der drei Bureaux hielten die Hauptpunkte der Verhandlung in Notizen fest. Diese wurden dann durch die Aufnahmen des — von der Dansk Telegraphon-Aktieselskab in Kopenhagen beigestellten — Telegraphons vervollständigt, das sich außerordentlich wertvoll erwies. Auch wurden von einigen Rednern in liebenswürdigster Weise Auszüge ihrer Reden zur Verfügung gestellt.

Das gesamte verfügbare Material wurde dann im Generalsekretariat einer redaktionellen Bearbeitung und teilweisen Kürzung unterzogen.

Die vom Verband herausgegebenen Kongreßberichte waren bereits vor dem Kongreß allen Mitgliedern zugesandt worden. Diese Arbeiten sind im I. Teil des Kongreßwerkes veröffentlicht.

Auf dem Kongresse selbst wurden von seiten der Autoren oder Verleger noch folgende den Kongreßmitgliedern besonders gewidmete Druckschriften verteilt.

Über die Entwicklung des Materialprüfungswesens im skandinavischen Norden sowie über die Tätigkeit der Staatsprüfungsanstalt in Kopenhagen, gewidmet seitens der dänischen Staatsprüfungsanstalt.

Zement im Meerwasser. Bericht über die vom Verein skandinavischer Portlandzementfabrikanten seit 1896 durchgeführten Versuche, Bericht von **A. Poulsen,** Sektionschef des königlich dänischen Wasserbauamtes, gewidmet den Mitgliedern des internationalen Verbandes.

Untersuchungen über die Abnützung der Metalle. Bemerkungen über einige Versuche mit abwechselnden Spannungen, von **E. Nußbaumer,** Ingenieur im Laboratorium der Eisenwerkstätte der Aktien-Gesellschaft G. Derihon in Loncin bei Lüttich (Belgien).

Note présentée par M. de Alexandre Pourcel et Adolphe Greiner à la suite du rapport de la Commission Nr. **24.**

Tabellen über im Jahre 1909 in Amsterdam, Karlshorst und Zürich ausgeführte vergleichende Festigkeitsversuche von Portlandzementen, nach der üblichen und nach der Prismenmethode.

Verzeichnis von Versuchen mit Beton und Eisenbeton. Durchgeführt in den Deutschen Materialprüfungsanstalten zu Braunschweig, Dresden, Gr.-Lichterfelde und Stuttgart.

Digitized by Google

Bericht von Prof. Talbot über Eisenbetonversuche in den Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Un ciment de laitier par Ing. Giulio Bellotti. Resumé des essais faits dans le Laboratoire de l'Institut Technique de Florence: Dedié au Vème Congrès de l'Ass. Intle pour l'Essai des Matériaux.

Expériences sur la décomposition des mortiers par les eaux sulfatées par M. J. Bied. Publication de la Revue de Métallurgie.

II. Bericht über das Verhalten hydraulischer Bindemittel im Seewasser. Erstattet nach Versuchen des königlichen Materialprüfungsamtes in Gr.-Lichterfelde unter Mitwirkung der königlichen Wasserbauinspektion in Husum von **Professor M. Gary** und **Ingenieur C. Schneider.** Sonderabdruck aus den Mitteilungen aus dem königlichen Materialprüfungsamt zu Gr.-Lichterfelde West 1909. Heft 5 und 6.

Beiträge zur Frage der mechanischen Prüfung von Weichgummi. I. Über den Einfluß der Probenform auf die Festigkeitsergebnisse. Von dipl. Ing. **K. Memmler,** ständigem Mitarbeiter und Ing. **A. Schob,** Assistent. Vorlage des königlichen Materialprüfungsamtes zu Gr.-Lichterfelde West für den V. Kongreß zu Kopenhagen (September 1909) des Internationalen Verbandes für Materialprüfungen der Technik.

Über Grundlagen der technologischen Mechanik von **Paul Ludwik.** Sonderabdruck aus der „Österr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst" 1908, Heft 42, Seite 762.

„Illustreret Tidende", Sondernummer, gewidmet den Kongreßmitgliedern.

Im Zusammenhange mit dem Kongreß fand eine

kleine Ausstellung

einiger Spezialmaschinen für Materialprüfung statt, die lebhaftem Interesse begegnete.

Die Ausstellung umfaßte folgende Objekte:

Ein Apparat zur Härteprüfung mittels Eindrückens einer scharfkantigen Scheibe, ausgestellt von der Maschinenabteilung der dänischen Staatsbahnen durch H. Direktor Busse, Kopenhagen.

Ein neuer Spiegelapparat für Elastizitätsmessungen von Prof. B. Kirsch, Wien.

Ein Rebondimeter und ein Apparat zur Härteprüfung nach Brinell und Ludwik, ausgestellt von der Firma Aktiebolaget Alpha, Stockholm.

Eine automatische Zementsiebmaschine, ausgestellt von der Fa. F. L. Smidth & Co., Kopenhagen

Maschinen für Weichgummiprüfung und zwar eine Dauerzugmaschine nach System Schopper-Martens, eine Zerreißmaschine nach Schopper-Dalen, (siehe Mitteil. aus dem kgl. Materialprüfungsamt zu Gr.-Lichterfelde West 1909, S. 173), ausgestellt von der Firma Louis Schopper, Leipzig.

Ein Metallmikroskop, ausgestellt von der Firma C. Reichert, Wien.

Wien, im Jänner 1910.

Ernst Reitler,
Generalsekretär.

Digitized by Google

Digitized by Google

INHALTSVERZEICHNIS DES II. TEILES.

Seite

Vorwort . . . . . .

Allerhöchster Protektor, Ehrenpräsident und Ehrenmitglieder des Kongresses 1

Die Kongreßleitung und die Kongreßkomitees 1

Der Vorstand des Internationalen Verbandes für Materialprüfungen der Technik 5

Die Vertreter der Behörden und Körperschaften 7

Die Kongreßmitglieder 22

Die teilnehmenden Damen 37

Erste Vollversammlung:

Ansprache Sr. kgl. Hoheit des Kronprinzen Christian 41

Geschäftsbericht des Präsidenten H. Ing. A. Foß 42

Vortrag des H. Poul Larsen über die Entwicklung der dänischen Zementindustrie 50

Verhandlungen der Sektion A:

Metallographie . . . . . 63–69, 94—96

Härteprüfung . . . . . 81—90

Schlagproben . . . . . 102—111, 118

Dauerversuche . . . . . 97—102

Gußeisenprüfung 91, 92

Einfluß erhöhter Temperatur auf die mechanischen Eigenschaften der Metalle 93

Elektrizität und Magnetismus bei der mechanischen Prüfung . . . 93—94

Aufstellung von internationalen Lieferbedingungen . . . . . 70—73

Einheitliche Nomenklatur von Eisen und Stahl . . . . 73—79, 117—118

Grundlagen für Lieferungsbedingnisse für Kupfer 79

Vereinheitlichtes Prüfungsverfahren für Dampf-, Gas- und Wasserröhren 80

Die Funken als Erkennungszeichen der Stahlsorten 70

Ein neuer Spiegelapparat zu Elastizitätsmessungen 97

Innere Kräfte 119

Über die internationale gesetzliche Regelung des technischen Versuchswesens . . . . . 111—117

Verhandlungen der Sektion B:

Eisenbeton . . . . . 121—128

Zement im Meerwasser . . . . . 128—142

Fortschritte in den Methoden der Zementprüfung: . . 149—155, 163—176

Plastische Mörtel (einheitliche Prüfung mittels Prismen) . . 150, 163

Digitized by Google

Entwicklung der Erhärtung der Roman- und Portlandzemente 152, 163
Normalsand 153, 164
Beschleunigte Prüfung der Bindekraft 154
Beschleunigte Volumbeständigkeitsprüfung . . . . . 165—170
Bestimmung der Abbindezeit 170
Feinstes Mehl im Portlandzement 171
Einheitliche Gipsprüfung 172
Puzzolanprüfung 173
Abänderung der vom IV. Kongreß empfohlenen Verfahren der Zementprüfung 175
Über den Einfluß fehlerhafter Mörtelmischung . . . . . 142—147
Wetterbeständigkeit der Bausteine . . . . . 155—162
Zu den Untersuchungsmethoden der elastischen Längsänderungen des Betons 147
Über die neuen deutschen Normen für Zementprüfung 163

Verhandlungea der Sektion C:

Rostschutzmittel 177
Öle 186
Holz 189
Papier 191
Kautschuk 192

Zweite Vollversammlung:

Begrüßungstelegramm des Kronprinzen 195
Statutenänderung 195
Erhöhung der Mitgliedsbeiträge 196
Aufruf an Behörden und Unternehmungen 196
Kongreßbeschlüsse über technische Fragen 196
Bericht der Kassarevisoren 202
Wahl des nächsten Kongreßortes 203
Wahl des Präsidenten 204
Ergebnis der Wahlen in den Vorstand 206
Dank- und Schlußreden 207
Vortrag des H. J. E. Stead: Über Mikroskopie und Makroskopie in Werkstätte und Hütte 211

Digitized by Google

Allerhöchster Protektor des Kongresses:

SEINE MAJESTÄT DER KÖNIG.

Ehrenpräsident des Kongresses:

SEINE KÖNIGL. HOHEIT DER KRONPRINZ.

Ehrenmitglieder des Kongresses:

Greve C. W. Ahlefeldt-Laurvigen, Minister des Äußern.
J. C. Christensen, Verteidigungsminister.
Klaus Berntsen, Minister des Innern.
Thomas Larsen, Minister der öffentlichen Arbeiten.
H. C. Steffensen, Präsident des Landstings.
A. Thomsen, Präsident des Folketings.
V. Oldenburg, Oberpräsident von Kopenhagen.

Präsident des Kongresses:

Alex. Foss, Ingenieur und Maschinenfabrikant, Mitinhaber der Firma F. L. Smidth & Co., Vorsitzender des Verbandes dänischer Eisenindustrieller, Kopenhagen.

Empfangskomitee:

Ch. Ambt, Generaldirektör for de danske Statsbaner.
H. N. Andersen, Etatsraad, Direktör for Östasiatisk Kompagni.
Axel Berg, Architekt, Formand for „Akademisk Architektforening".
D. Berg, Direktör for Aalborg Portland-Cement Fabrik.
S. C. W. Bindesböll, Direktör for HelsingörsJernskibs- og Maskinbyggeri.
O. Busse, Direktör for de danske Statsbaners Maskinafdeling.
Fr. Christensen, Professor, Indehaver af V. Steins kemiske Laboratorium.

Digitized by Google

R. Christiani, Ingen., Medindehaver af Firmaet Christiani & Nielsen.

C. M. T. Cold, Kaptajn, Direktör for Det forenede Dampskibsselskab.

C. E. Dahl, Kaptajn, Departementschef i Krigsministeriet.

F. Dalgas, Direktör for den kgl. Porcellænsfabrik.

C. F. Drechsel, Kommandör, Havnekaptajn i Köbenhavn.

S. A. Faber, Direktor for Skovshoved Elektricitetsværk.

Alex. Foss, Ingeniör og Maskinfabrikant, Medindehaver af Firmaet F. L. Smidth & Co., Formand for „Foreningen af Fabrikanter i Jernindustrien i Köbenhavn" og for „Jernindustriens Sammenslutning".

R. Fraenckel, Fabrikant, Formand for „Industriforeningen".

G. Garde, Direktör, Medlem af „Dansk Ingeniörforening's" Bestyrelse.

Th. S. Grüner, Ingeniörgeneral.

T. Grut, Kaptajn i Ingeniörkorpset.

G. A. Hagemann, Direktör for den polytekniske Læreanstalt, Formand for Statsprövеanstaltens Bestyrelsesraad.

H. I. Hannover, Professor ved den polytekniskeLæreanstalt,Direktör for Statsprövеanstalten, Medlem af Bestyrelsen for „Den internationale Forening for Materialundersögelser" for Danmarks Vedkommende.

S. C. Hauberg, Maskinfabrikant, Formand for „Industrifagene".

C. F. Holm, Artillerigeneral.

N J. M. Höeg. Stadsingeniör i Aalborg, Formand for „Stads- og Havneingeniörforeningen".

I. Irminger, Driftsbestyrer, Medlem af „Dansk Ingeniorforening's" Bestyrelse.

J. Jensen, Borgmester i Köbenhavn.

Fr. Johannsen, Direktor for Kobenhavns Telefon-Aktieselskab.

V. A. Juul, Direktör for de danske Statsbaners Baneafdeling.

Ivar Knudsen, Direktör for Akts. Burmeister & Wains Maskin- og Skibsbyggeri.

N. M. A. Krieger, Departementschef i Indenrigsministeriet.

A. F. Lamm, Vekselerer, Formand for Köbenhavns Borgerrepræsentation.

J. Lange, Maskinfabrikant, Formand for „Foreningen af Fabrikanter i Jernindustrien i Provinserne".

Poul Larsen, Ingeniör og Maskinfabrikant, Medindehaver af Firmaet F. L. Smidth & Co., Formand i Bestyrelsen for Akts. Aalborg Portland-Cement Fabrik og Cementfabrikerne „Danmark" og „Norden".

G. Lorenz, Ingeniör ved Köbenhavns Havnevæsen, Medlem af „Dansk Ingeniörforening's" Bestyrelse.

J. Marstrand, Borgmester i Köbenhavn.

P. Mayntz Petersen, fung. Underdirektör ved Statsprövеanstalten.

K. G. Meldahl, Ingeniör.

Karl Meyer, Laboratorieforstander.

N. R. Meyer, Direktör for Statstelegrafvæsenet.

N. C. Monberg, Ingeniör, Entreprenör, Medlem af „Dansk Ingeniörforenings" Bestyrelse.

P. E. Müller, Kammerherre, Hofjægermester, Overförster, Dr. phil.

H. C. V. Möller, Havnebygmester, Formand for „Den tekniske Forening".

Digitized by Google

P. Th. Nielsen, Gaardejer, Folketingsmand.

F. M. T. Nordlien, Departementschef i Ministeriet for offentlige Arbejder.

A. Oppermann, Professor ved Landbohöjskolen.

A. S. Ostenfeld, Professor ved den polytekniske Læreanstalt.

Ax G. V. Petersen, Kaptajn i Ingeniörkorpset, Sekretær for „Dansk Ingeniörforening".

H. P. Prior, Direktör, Formand for „Elektroteknisk Forening".

A. du Plessis de Richelieu, Kammerherre, Viceadmiral, Formand for Bestyrelsen for Det forenede Dampskibsselskab.

H. H. Schou, Direktör for Akts. „Atlas".

V. Schou, cand. polit., Formand for „Fællesorganisationen af danske Teglværksforeninger".

N. G. Steenberg, Professor ved den polytekniske Læreanstalt, Formand for „Dansk Ingeniörforening" og Medlem af Statspröveanstaltens Bestyrelsesraad.

E. Suenson, Kammerherre, Direktör for Store Nordiske Telegrafselskab.

E. Suenson, Docent ved den polytekniske Læreanstalt, Medlem af Statspröveanstaltens Bestyrelsesraad.

H. F. A. Topsöe, Dr. phil., Direktör for Arbejds- og Fabrikstilsynet.

C. Torp, Dr. jur., Professor, Rektor magnificus.

H. Tuxen, Oberstlöjtnant i Artilleriet, Lærer ved Officersskolen.

I. C. Tuxen, Direktör for Skibbygning og Maskinvæsen ved Orlogsværftet.

H. Ulrich, Oberstlöjtnant i Ingeniörkorpset, Medlem af Statspröveanstaltens Bestyrelsesraad.

J. J. Voigt, Stadsingeniör i Köbenhavn.

N. V. Westergaard, Direktör for Vandbygningsvæsenet.

Ib Windfeld Hansen, Direktör for Köbenhavns Belysningsvæsen.

C. J. B. Winslöw, Direktör for Frederiksberg Sporvejs- og Elektricitets-Aktieselskab.

H. B. Wright, Stadsarkitekt i Köbenhavn, Medlem af Statspröveanstaltens Bestyrelsesraad.

G. H. R. Zachariae, Kontreadmiral, Chef for Orlogsværftet.

F. Ollgaard, Direktör for Köbenhavns Vandævrk.

Beitragende Mitglieder:

A/S Aalborg Portland-Cement Fabrik, Aalborg.

A/S „Aluminia", Smallegade 45.

A/S „Atlas", Nörrebrogade 198.

Max Ballin, Direktör, H. C. Örstedsvej 50.

A/S Sophus Berendsen, Gl. Torv 24.

A/S Burmeister & Wain, Overgaden o. V.

Christiani & Nielsen, Ingeniörer, Vandkunsten.

Cementfabriken „Dania", Hobro.

A/S Portland-Cementfabriken „Danmark", Aalborg.

Dansk Ingeniörforening.

A/S De forenede Papirfabriker, Köbenhavn.

Digitized by Google

Den tekniske Forening.
A/S Det danske Gaskompagni, Köbenhavn.
Gustav Halberstadt, Grosserer, Frederiksholms Kanal.
A/S Helsingörs Jernskibs- & Maskinbyggeri, Helsingör.
C. M. Hess, Vejle.
Industriforeningen.
Köbenhavns Flydedok & Skibsværft, Köbenhavn.
Hans & Jörgen Larsen, Entreprenörer, Griffenfeldtsgade 37.
Ludvigsen & Hermann, Ingeniörer, Nörrebrogade 39.
N. C. Monberg, Ingeniör, Kristianiagade 19.
A/S Portland-Cementfabriken „Norden", Aalborg.
Holger Petersen, Grosserer, Köbmagergade 44.
A/S „Skandia", Randers.
F L. Smidth & Co., Ingeniörer og Maskinfabrikanter, Vestergade 33.
Store nordiske Telegrafselskab, Kongens Nytorv 26.
A/S „Titan", Tagensvej 32.
Tuborg Fabriker og De forenede Bryggerier, Köbenhavn.
Öresunds kemiske Fabriker, Strandboulevard 84.

Organisationskomitee.

S. A. Faber, Direktor des Skovshoved Elektrizitätswerks.
Alex. Foss, Ingenieur u. Maschinenfabrikant, Mitinhaber der Firma F. L. Smidth & Co., Vorsitzender des Verbandes dänischer Eisenindustrieller.
H I. Hannover, Professor der polytechnischen Hochschule, Direktor der dänischen Staatsmaterialprüfungsanstalt.
G. Lorenz, Hafeningenieur in Kopenhagen, Vorstandsmitglied des dänischen Ingenieurvereines.
N. C. Monberg, Ingenieur, Unternehmer, Vorstandsmitglied des dänischen Ingenieurvereines.
Ax. G. V. Petersen, Hauptmann des Geniekorps, Sekretär des dänischen Ingenieurvereines.
E. Suenson, Professor der polytechnischen Hochschule, Vorstandsmitglied der Staatsmaterialprüfungsanstalt.

Damenkomitee.

Fru Professor Hannover, Formand.
„ Ingeniör Boje.
„ Direktör Faber.
„ Direktör Jarl.
„ Ingeniör Larsen.
Fru Ingeniör Lorenz.
„ Ingeniör Neergaard.
„ Ingeniör Smidth.
„ Ingeniör Stenbjörn.
„ Docent Suenson.
Fru Arkitekt Tvede.

Bureauchef des Kongresses.

Ax. G. V. Petersen, Hauptmann des Geniekorps.

Digitized by Google

Vorstand

des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik.

Bleibendes Vorstandsmitglied:

F. Berger, Dr. techn. h. c., Sektionschef im k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten, Stadtbaudirektor a. D., Wien.

Präsident:

Alex. Foß, Ingenieur und Maschinenfabrikant, Mitinhaber der Firma F. L. Smidth & Co., Vorsitzender des Verbandes dänischer Eisenindustrieller, Kopenhagen.

Vize-Präsidenten:

A. Martens, Dr. Ing., Professor, Geh. Ober-Reg.-Rat, Mitglied der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Direktor des königl. Materialprüfungsamts in Gr-.Lichterfelde.

N. Belelubsky, Exz., Dr.-ing., Geh. Rat, Mitglied des Ingenieurrates im kais. Wegebau-Ministerium, em. Professor, Direktor des mechanischen Laboratoriums am kais. Institut für Wegebau-Ingenieure, St.-Petersburg.

Vorstandsmitglieder:

C. v. Banovits, kgl. Ministerialrat, Direktor der kgl. ung. Staatseisenbahnen i. R., Budapest.

J. Benetti, Ingénieur, Professeur et Directeur de l'Ecole R. d'application pour les ingénieurs, Bologne.

L. Bienfait, Ingenieur, Mitinhaber der Materialprüfungsanstalt Koning & Bienfait, Amsterdam.

(Gunnar Dillner, Ingenieur), vertreten durch J. O. Roos af Hjelmsäter, Vorsteher der Materialprüfungsanstalt der königlichen technischen Hochschule, Stockholm.

Chas. B. Dudley, Chemist, Pennsylvania Railroad, Altoona, Pa.

A. Greiner, Directeur-Général de la Société John Cockerill, Seraing.

H. I. Hannover, Professor der polytechnischen Hochschule, Direktor der dänischen Staatsprüfungsanstalt, Kopenhagen.

B. Kirsch, k. k. o. ö Professor und Vorstand des mech.-tech. Laboratoriums der technischen Hochschule, Wien.

Digitized by Google

G. C. Lloyd, Secretary to the Iron and Steel Institute, London.

S. A. Lund, Abteilungsingenieur der Generaldirektion der norwegischen Staatsbahnen, Christiania.

J. Marvà y Mayer, Général du Génie, Chef de section au Ministère de la Guerre, Membre de l'Académie Royale des Sciences exactes, physiques et naturelles, Madrid.

A. Mesnager, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Professeur, Directeur des Laboratoires à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées et Paris.

Constantin M. Mironesco, Inspecteur-Général, Directeur de l'École des Ponts et Chaussées, Bucarest.

F Schüle, Professor am eidg. Polytechnikum, Direktor der eidg. Materialprüfungsanstalt, Zürich.

Vertrauensmänner:

E. Bian, Directeur des Usines de Dommeldange et des Forges d'Eich, Dommeldange.

J. da P. Castanheiro das Neves, Ingénieur, Directeur des études et essais des matériaux de construction, Lisbonne.

A. Granfelt, Direktor der finnischen Staatsbahnen, Helsingfors.

M. Milasinovic, Vize-Direktor der kgl. serbischen Staatseisenbahnen i. R., Belgrad.

W. H. Warren, M. Inst. C. E., M. Am. Soc. C. E., Challis, Professor of Engineering, University of Sydney, Sydney.

Generalsekretär:

Ernst Reitler, Ingenieur, Bau-Oberkommissär der k. k. Nordbahndirektion in Wien.

Digitized by Google

VERTRETER DER BEHÖRDEN UND KÖRPERSCHAFTEN.

Argentinien.

Gouvernement de la République Argentine:

Rapelli, Luis, Ingénieur.

Australien.

Australian Federal Government and the University of Sydney:

Knibbs, G. H., C. E., F. R. A. S, F. S. S., Chief of the Commonwealth Bureau of Census and Statistics, Melbourne.

Belgien.

Ministère de l'Industrie et du Travail:

Hubert, Herman, Inspecteur-Général des Mines, Professeur ordinaire à l'Université de Liége.

Ministère des Chemins de fer, Postes et Télégraphes:

Camerman, Émile, Ingénieur, Chef du Service des Essais des Chemins de fer de l'État Belge.

Thirionet, Léon, Ingénieur en Chef, Directeur des Chemins de fer de l'État Belge, Bruxelles-Woluwe-St-Pierre.

Decamps, Pierre, Ingénieur principal des Chemins de fer de l'État Belge.

Bogaert, R. van, Ingénieur en chef, Directeur de service à la Direction générale des Chemins de fer.

Ministère des Travaux Publics:

Volsom, Van, Ingénieur principal des Ponts et Chaussées.

Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liége et Fédération des Constructeurs Belges, Bruxelles:

Greiner Adolphe, Ingénieur des Mines, Directeur-Général de la Société Cockerill, Membre du Comité-Directeur de l'Association Internationale pour l'essai des matériaux, Seraing.

Société Belge des Ingénieurs et des Industriels, Bruxelles:

Camerman, Emile, Ingénieur, Chef du Service des Essais des Chemins de fer de l'État Belge.

Brasilien.

Gouvernement brésilien:

Assis, Olympio de, Ingénieur.

Digitized by Google

China.

Gouvernement chinois:

Liu Si Shang, Secrétaire-dragoman.
Wang Mu Tau, Attaché, ayant rang de secrétaire.
Chang Ching Yao, Elève-dragoman pour la langue française.
Wang Ming Yao, Elève-dragoman pour la langue française.
Yang Pao Nan, Ingénieur des Chemins de fer.

Ministère du Commerce, de l'Industrie et de l'Agriculture:

Tchang-Tsou-Soueng, Premier Secrétaire de la Légation Impériale de Chine, St-Pétersbourg.
Ping Shi, Attaché à la Légation Impériale de Chine, St-Petersbourg.

Dänemark.

Marineministeriet:

Tuxen, J. C., Direktör.

Ingeniörkorpset:

Möhl, N. F., Ingeniörkaptajn.

Artilleriet:

Tuxen, H., Oberstlöjtnant.
Lomholt, N. E., Kaptajn.
Ovesen, O. K., Premierlöjtnant.

Direktoratet for Vandbygningsvœsenet:

Westergaard, N. V., Vandbygningsdirektör.
Poulsen, A., Afdelingsingeniör, Lemvig

De danske Statsbaners Maskinafdeling:

Busse, O. F. A., Direktör.

De danske Statsbaners Baneafdeling:

Hein, S. P. F., Banebestyrer, Fredericia.
Hiort-Lorenzen, P., Kontorchef.

Anlœgene af nye Statsbaner:

Ernst, C. F. S., Kommitteret.
Carlsen, C. J., Chef for Konstruktionskontoret.

Telegrafdirektoratet:

Meyer, N. R., Telegrafdirektör.

Söværnets Bygningsvœsen:

Hedemann, C. G. H., Kaptajn, Bestyrer af Söværnets Bygningsvœsen

Københavns Havnevœsen:

Drechsel, C. F., Havnekaptajn, Kommandör.

Den polytekniske Lœreanstalt:

Suenson, E., Docent.

Statspröveanstalten:

Hannover, H. I., Professor.

Stadsingeniörens Kontor i Köbenhavn:

Voigt, J. J., Stadsingeniör i Köbenhavn.

Digitized by Google

Dansk Ingeniörforening:

Steenberg, N. G., Professor — Winkel, S., Ingeniör, Hilleröd.

Den Tekniske Forening:

Moller, H. C. V., Havnebygmester.

Elektroteknisk Forening:

Prior, H. P., Direktör.

Arkitektforeningenen:

Hansen, Heinrich, Bygningsinspektör.

Konstruktörforeningen i Köbenhavn:

Wiehe, I., fhv. Driftsbestyrer.

Deutschland.

Reichsmarineamt, Berlin:

Veith, Wirklicher Geheimer Ober-Baurat. | Hüllmann, Geheimer Ober-Baurat.

Königl. Preußisches Kriegsministerium, Berlin:

Wurtzel, Professor, Dr., Abteilungsvorstand im Militärversuchsamt.

Königl. Preußisches Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Berlin:

Zimmermann, H., Dr. phil. und Dr. Ing, Wirkl. Geheimer Ober-Baurat.
Nitschmann, Franz, Geheimer Ober-Baurat

Germelmann W., Geheimer Ober-Baurat.
Labes, Regierungs- und Baurat von der Königl. Eisenbahndirektion, Berlin.
Natorp, Regierungs- und Baurat.

Königl. Preußisches Ministerium der geistlichen Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten, Berlin:

Königl. Preußisches Materialprüfungsamt, Groß-Lichterfelde:
Martens, A., Professor, Dr. Ing., Geheimer Ober-Regierungsrat.

Heyn, E., Professor, Unterdirektor.
Gary Max, Professor, Abteilungsvorsteher.

Bayrische Staatsbahn-Verwaltung, München:

Ebert, Ernst, Königl. Ober-Regierungsrat.

Königl. Generaldirektion der Sächsischen Staatseisenbahnen, Dresden.

Homilius, J., Geheimer Baurat.

Großh. Generaldirektion der Badischen Staatseisenbahnen, Karlsruhe:

Naeher, R., Baurat.

Königl. Bergakademie, Berlin:

Eichhoff, F. Rich., Professor.

Technische Hochschule, Braunschweig:

Möller, Max, Professor.

Königl. Bergakademie, Freiberg i. Sachsen.

Galli, Professor.

Digitized by Google

Baudeputation von Hamburg:

Wendemuth, Baurat für den Strom- und Hafenbau.

Verein Deutscher Ingenieure:

Linde, G., Regierungs-Baumeister a. D., Direktor des Vereines, Berlin.

Schiffbautechnische Gesellschaft, Berlin:

Hochstetter, Franz, Dr., Geschäftsführer der Gesellschaft.

Verein Deutscher Portland-Zement-Fabrikanten (E. V.):

Müller, Dr., Vorsitzender des Vereines, Kalkberge (Mark).

Laboratorium des Vereines Deutscher Portland-Zement-Fabrikanten:

Framm, F., Dr., Karlshorst b. Berlin.

Frankreich.

Ministère de la Guerre:

Brignon, Colonel, Directeur de l'Atelier de Construction de Puteaux.

Gages, Lieutenant-Colonel d'Artillerie, Directeur du Cours supérieur technique d'Artillerie, Bourges.

Maurial, Commandant du Génie, Section technique du Génie.

Ministère des Travaux Publics:

Le Chatelier, H., Inspecteur général des Mines, Professeur à La Sorbonne et à l'École nationale supérieure des Mines, Membre de l'Institut.

Mesnager, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Professeur et Directeur des Laboratoires à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

Feret, R., Chef du Laboratoire des Ponts et Chaussées à Boulogne-sur-mer.

Maynard, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts:

Monduit, Architecte en chef des Bâtiments civils et des Palais nationaux, Professeur de construction à l'École nationale des Beaux-Arts.

Ministère de la Marine:

Simonot, Ingénieur en chef du Génie Maritime, Cherbourg.

Ministère du Commerce et de l'Industrie:

Sauvage, Professeur du cours des machines au Conservatoire National des Arts et Métiers.

Guillet, L., Professeur de métallurgie et du travail des métaux au Conserv. Nat. des Arts et Métiers.

Cellerier, Directeur du Laboratoire d'essais du Conserv. Nat. des Arts et Métiers.

Breuil, Chef de section au Laboratoire du Conservatoire National des Arts et Métiers.

Leduc, Chef de section au Laboratoire du Conservatoire National des Arts et Métiers.

Préfecture de la Seine:

Anstett, E., Chef du Laboratoire municipal d'essai de matériaux de la ville de Paris.

Digitized by Google

Institut de France:

Le Chatelier, H., Inspecteur général des Mines, Membre de l'Académie des Sciences.

Chemins de fer de l'État:

Regimbeau, Ingénieur en chef des Travaux neufs, des Voies et des Bâtiments.

Nadal, Ingénieur en chef des Ateliers et du Matériel roulant.

Compagnie des Chemins de fer P.-L.M.:

Cartault, Ingénieur en chef adjoint du Service de la Voie.

Chartiée, Ingénieur attaché au Service central de la Construction.

Belanger, Ingénieur adjoint à l'Ingénieur chargé du Contrôle des Travaux extérieurs.

Compagnie des Chemins de fer du Nord:

Ronfet, Ingénieur des Arts et Manufactures.

Société des Ingénieurs Civils de France:

Baclé, L., Ingénieur Civil.

Biard, Ingénieur Civil.

Belelubsky, N., Professeur ém., St-Pétersbourg.

Candlot, E., Fabricant de Ciment Portland.

Guillet, L., Professeur de métallurgie et du travail des métaux au Conservatoire National des Arts et Métiers.

Comité des Forges de France:

Saladin, Ingénieur principal aux Établissements Schneider.

Charpy, Directeur des Usines St-Jacques de la Compagnie des Forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons, Montluçon.

Großbritannien.

War Department:

Roberts, G. H., Assistant Mech. Engineer.

The National Physical Laboratory:

Rosenhain, W.

The Iron and Steel Institute:

Stead, J. E., F. R. S, F. I. C., F. C. S.

Lloyd, G. C., Secretary.

The Institution of Mining and Metallurgy:

Holloway, G. T.

Bauerman, Prof.

Harbord, F. W.

Society of Chemical Industry:

Stead, J. E., F. R. S., F. I. C., F. C. S.

Lloyd's Register of British and Foreign Shipping:

Milton, J. T.

The Concrete Institute:

Dunn, William.

Kirkaldy, W. G.

Sachs, Edwin O., F. R. S. Ed.

Digitized by Google

Armstrong College, Newcastle-on-Tyne:

Weighton, Prof. R. L.

British Weights and Measures Association:

Moores, George.

British Fire Prevention Committee:

Sachs, Edwin O., F. R. S. Ed.

Italien.

Ministère de la Marine Royale:

Nossardi, A., Capitaine du Géniemaritime.

Ministère de l'Instruction publique:

Benetti, Comm. Jacopo, Ing., Professeur, Directeur de l'Ecole Royale des Ingénieurs, Bologne.

Giolitti, Federico, Docteur, Professeur du Polytechnicum de Turin.

Direction Générale des Chemins de fer de l'État:

Segré, Claudio, Ingénieur, Directeur du Laboratoire expérimental à Rome.

Japan.

Le Gouvernement japonais:

Shibata, Keisaku, Dr., Professeur-adjoint à la Faculté du Genie, Université Impériale de Tokio.

Tanaka, Fuji, Professeur-adjoint a la Faculté du Génie, Université Impériale de Tokio.

Ikeda, Masahiko, Ingénieur des Chemins de fer de l'État.

Okodo, Soji, Ingénieur des Chemins de fer de l'État.

Université Impériale de Kyoto:

Seiichi, Oi, Professeur-adjoint à la Faculté du Génie.

Université die Tokio:

Tanaka, Fuji, Professeur-adjoint à la Faculté du Génie.

Shibata, Keisaku, Dr., Professeur-adjoint à la Faculté du Génie.

Chemins de fer de l'État:

Ikeda, Masahiko, Ingénieur.

Okodo, Soji, Ingénieur.

Compagnie des Chemins de fer de la Mandchourie méridionale:

Hori, Kakutaro, Professeur à l'Université de Kyoto, Membre de la Commission des Études de la Compagnie.

Niederlande.

Kriegsministerium:

Raaymaakers, M., Hauptmann im Königl. Niederl. Geniestabe, Ede.

Digitized by Google

Wasserbauministerium:

Schroeder v. d. Kolk, J., Oberingenieur bei der Reichsbeaufsichtigung der Eisenbahnen.

Kolonialministerium:

Inckel, J. E., Ingenieur 1ster Kl. im Kolonialministerium.

Ministerium des Innern:

Kley, P. D. C., Professor der Mikrochemie an der Technischen Hochschule zu Delft.

Königl. Ingenieur-Institut, Haag:

Bienfait, L., Ingenieur, Mitinhaber der Prüfungsanstalt Koning & Bienfait, Amsterdam.

Beton-Ausschuß des Königl. Ingenieur-Instituts:

Rutgers, S. J., Ingenieur im Stadtbauamt zu Rotterdam, Privatdozent an der Technischen Hochschule zu Delft, Rotterdam.

Niederländische Staatsbahnen:

Joosting, P., Oberingenieur, Utrecht. | Laumans, P. C., J., Ingenieur, Utrecht.
Tombe, F. J., des, Ingenieur, Utrecht.

Holländische Eisenbahn-Gesellschaft:

Geesteranus, H. P. Maas, Oberingenieur, Amsterdam.

Städtische Bauverwaltung, Haag:

Steen van Ommeren, F. C. J. van den, Oberingenieur im Stadtbauamt. | Stoffels, A. J. M., Direktor der Baupolizei.

Städtische Bauverwaltung, Rotterdam:

Burgdorffer, A. C., Adjunkt-Direktor im Stadtbauamt.

„My. tot Bevordering der Bouwkunst". Amsterdam:

Stoffels, A. J. M., Direktor der Baupolizei, Haag.

Norwegen.

Den Norske Regering:

Lund, S. A., Ingeniör, Chef for Statbanernes Brokontor.

Det kgl. norske Vejdirektorat:

Hugo, Carl, Overingeniör.

Statsbanernes Baneafdeling:

Lund, S. A., Ingeniör, Chef for Statsbanernes Brokontor.
Storm, Chr., Sektionsingeniör, Trondhjem.

Statsbanernes Maskinafdeling:

Gram, Joh., Dr., Kemiker ved Norges Statsbaner.

Arméstyrelsen og Marinestyrelsen:

Julsrud, O. A., Kaptejn, Kanonkontrol-Officer.

Digitized by Google

Det kgl. Fredriks Universitet:

Vogt, Johan H. L., Professor i Metallurgi.

Trondhjems tekniske Læranstalt:

Lund, J. G., Overlærer.

Den norske Ingeniör- og Arkitektforening:

Lund, S. A, Ingeniör, Chef for Statsbanernes Brokontor.

Baalsrud, A., Avdelingsingeniör, Statens Vejvæsen.

Stavanger Haandverks- og Industriforening:

Holgersen, Bernhard, Malermester.

Den polytekniske Forening:

Simonsen, E., Kemiker.

Den norske Fœllesforening for Haandværk og Industri:

Jonassen, E., Overingeniör ved Kværner Bruk.

Sparre, H. J., Arkitekt.

Haandværk- og Industriforeningerne i Bergen, Stavanger, Skien og Hönefos:

Ellingsen, Asbjörn, Murermester, Stavanger.

Hanssen, Ernst, Murermester, Bergen.

Sigurdsen, S., Bygmester, Skien.

Thorne, A., Verksejer, Hönefos.

Thorstensen, S., Bygmester, Skien.

Tönnesen, Adolf, Smedemester, Stavanger.

Österreich.

K. u. k. Reichs-Kriegsministerium:

Kodolitsch, Rich. Edler von, k. u. k. Major.

Metz, Karl, k. u. k. Hauptmann.

Ceipek, Const. Edler von, k. u. k. Hauptmann.

K. u. k. Kriegsmarine:

Zweig, Heinrich, k. u. k. Oberster Schiffbauingenieur.

Stejnar, Franz, k. u. k. Oberstleutnant, k. u. k. Marine-, Land- und Wasserbaudirektor.

K. k. Unterrichtsministerium:

Kirsch, B., Professor, Ingenieur, Wien.

K. k. Eisenbahn-Ministerium:

Marek, Karl, k. k. Ministerialrat.

Kulka, S., k. k. Oberbaurat.

Hauser, Wilh., k. k. Oberbaurat.

Trnka, Ferd, k. k. Baurat, Dipl. Ingenieur.

Hatschbach, Franz, k. k. Baurat, Dipl. Ingenieur.

Burger, Wenzel, k. k. Baurat.

K. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten:

Exner Wilhelm, Dr., Exzellenz, Geh. Rat, k. k. Sektionschef, Präsident des k. k. Gewerbeförderungsamtes.

Haberkalt, Karl, k. k. Oberbaurat.

Berger, Franz, Dr. tech. h. c., k. k. Sektionschef.

Leobner, Heinrich, k. k. Regierungsrat.

Trnovsky, Johann, k. k. Baurat.

Digitized by Google

K. k. Patentamt in Wien:

Grünhut, Alf., Ingenieur, Oberkommissär.
Arlt, Ferd. Ritter von, Kommissär.

Technische Abteilung der k. k. Post- und Telegraphen-Zentralleitung, Wien:

Wellisch, Ferdinand, k. k. Bau-Oberkommissär.

K. k. Technische Hochschule, Wien:

Kick, Friedrich, Dr. Ing. h. c., k. k. Hofrat, o. ö. Professor.
Kirsch, Bernhard, k. k. o. ö. Professor, Ingenieur.

K. k. Deutsche Technische Hochschule in Prag:

Saliger, Dr. Ing., o. ö. Professor.

K. k. Böhmische Technische Hochschule in Brünn:

Ursiny, Mich., o. ö. Professor, Ingenieur.

K. k. Mont. Hochschule, Pribram:

Stör, Albert, o. ö. Professor, Dipl. Ingenieur.

K. k. höhere Gewerbeschule, Wien:

Pfeffer, Leopold, Dr., Professor.

K. k. Nordbahn-Direktion:

Dormus, Anton Ritter von, Inspektor.

Priv. österr.-ung. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft, Wien:

Gerstner, Franz, Ingenieur, k. k. Regierungsrat, Generalinspektor.
Pfeuffer, Franz, k. k. Oberbaurat, Zentralinspektor.
Podhajsky, Franz, Ingenieur, Oberinspektor.

K. k. priv. Südbahn-Gesellschaft:

Berger, Franz, Ingenieur, Inspektor und Bureauvorstand.
Dolinar, Stefan, Dr., Direktor des Walzwerkes in Graz.
Schüler, Oscar, Ingenieur, Direktor und Vorstand der Abteilung für Studien und Präsidialangelegenheiten.
Hönigsberg, Otto, Ingenieur, Maschinen-Oberkommissär.

K. k. priv. österr. Nordwestbahn:

Brejchat Karl, Zentralinspektor.

K. k. Süd-Norddeutsche Verbindungsbahn:

Großmann, Josef, Oberinspektor.

K. k. Reichshaupt- und Residenzstadt Wien:

Greil, Alfred, städt. Baurat.

Landes-Ausschuß des Erzherzogtumes Österreich u. d. E.:

Trampler, Adolf, Ingenieur, n.-ö. Landes-Baukommissär.

Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Verein:

Berger, Franz, Dr. tech. h. c., k. k. Sektionschef.
Kirsch, Bernhard, o. ö. Professor, Ingenieur.
Renezeder, Heinr., Dr. tech., k. k. Adjunkt.

Digitized by Google

Verein österreichischer Portland-Zement-Fabrikanten:

Heller, R., Fabriksdirektor, Vizepräsident des Vereins, Golleschau.

Portugal.

Ministère des Travaux Publics et des Mines:

Castanheira das Neves, J. P., Ingénieur civil, Directeur des études et essais des matériaux de construction de l'État.

Ministère de la Guerre:

Salles Ramos da Costa, Francisco de, Colonel d'Artillerie, Directeur des usines d'artillerie à l'arsenal de l'Armée de Lisbonne.

Compagnie Royale des Chemins de fer portugais:

Fontes Ferreira de Mesquita, João de, Ingénieur en chef du Service de la Voie et des Travaux de la Compagnie.

Anglards, Lavialle d', Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction de la Compagnie.

Rumänien.

Ministère des Travaux Publics:

Mironesco, C. M., Inspecteur, général, Directeur de l'École des Ponts et Chaussées.

Pfeiffer, G., Dr., Professeur, Chef des Laboratoires d'essai de l'École des Ponts et Chaussées.

Rußland.

Ministère des Voies de communication:

Belelubsky, N., Dr.-ing., Professeur émérite, Membre du Conseil du génie au Ministère des Voies de communication, Vice-président de l'Association Internationale pour l'essai des matériaux, Directeur du Laboratoire mécanique à l'Institut Impérial des ingénieurs.

Bogousslawsky, N., Conseiller d'État actuel, Ingénieur des Voies de communication.

Klemm, Conseiller d'État actuel, Premier Ingénieur à la Section de l'essai des commandes au Ministère des Voies de communication.

Antochine, N., Conseiller d'État actuel, Ingénieur, Membre du Conseil du génie.

Kareischa, S., Conseiller d'État actuel, Professeur, Ingénieur des Voies de communication.

Tannenbaum, Conseiller d'État, Ingénieur attaché au Conseil du génie au Ministère des Voies de communication.

Mikhailoff, Conseiller de Collège, Ingénieur à la Direction des Voies navigables et des Routes.

Zalessky, S., Conseiller du Collège, Ingénieur à la Section pour l'essai des chaudières de navires à vapeur.

Mourzaieff, Conseiller de Cour, Gérant d'affaires à la Section des Voies navigables et des Routes.

Schmidt, Assesseur de Collège, Ingénieur à la Direction des Chemins de fer de l'État.

Digitized by Google

Ministère de la Guerre:

Drosdoff, Colonel, Gérant d'affaires au Comité principal de l'Artillerie. | Jitkevich, N., Ingénieur, Professeur à l'Academie du Génie Militaire.

Ministère de l'Intérieur:

Zwolinsky, N., Conseiller d'Etat actuel.

Ministère du Commerce:

Czarnomsky, V., Ingénieur, Conseiller d'Etat actuel.

Administration des Voies navigables et des Routes:

Alexéëff, P, Ingénieur-mécanicien. | Bormann, A., Ingénieur.
Zalessky, S., Ingénieur-technologue.

Administration des Chemins de fer de l'Etat:

Bogousslawsky, N., Ingénieur des voies de Communication.

Chemins de fer du Nord Ouest:

Tschiknaveroff, A. J., Directeur du Laboratoire.

Chemins de fer de la Vistule, Varsovie:

Belelubsky A., Ingénieur en chef du Service de la voie.

Chemin de fer Riazan-Oural, Saratow:

Koscheliaeff, Ingenieur des voies de comm.

Chemins de fer du Sud-Ouest, Kiew:

Pogrébinsky, M., Ingénieur des voies de comm.

Institut Impérial des ingénieurs civils:

Ewald, V., Professeur.

Laboratoire Mécanique à l'Institut Impérial des ingénieurs des voies de communication, St. Petersbourg:

Novgorodsky, D., Ingénieur, Adjoint du laboratoire.

Institut Polytechnique des Femmes, St-Pétersbourg:

Belelubsky, N., Dr.-ing. Professeur émérite.

École Impériale des ingénieurs à Moscou:

Welikhoff, P., Ingénieur.

Laboratoire Mécanique à l'Institut Impérial des ingénieurs des voies de communication:

Taguéëff, Ingénieur.

Materialprüfungsanstalt am Donschen Polytechnikum, Nowotscherkassk:

Abramoff, N. M., Professor, Ingenieur, Vorsteher der Anstalt.

Finland.

Styrelsen för Finska Statsjernvägarne:

Granfelt, Aug., Baudirektor. | Stier, k. k. Ingeniör.

Tekniska Högskolan i Hesingfors:

Castrén, Jalmar, Ingeniör Sektor. | Saraoja, Emil, Ing., Lärare.

Digitized by Google

Schweden.

Svenska Regeringen:

Lindahl, P. Ax., Öfverstelöjtnant, Chef f. Arméns Kasernbyggnader.
Brinell, J. A., Fil. Dr., Öfveringeniör.
Roos of Hjelmsäter, J. O., Förestandare för Materialprofningsanstalten i Stockholm.

Kungl. Jernvägsstyrelsen:

Tausen, A., Byradirektör. | Heidenstamm, G. v. Byraingeniör.
Stille, F., Byraingeniör.

Tekniska Högskolans Materialprofningsanstalt, Stockholm:

Roos af Hjelmsäter, J. O., Förestandare.

Jernkontoret, Stockholm:

Brinell, J. A., Fil. Dr., Öfveringeniör.

Svenska Teknologföreningen:

Brinell, J. A., Fil. Dr. Öfveringeniör.

Serbien.

Faculté technique à l'Université de Belgrade:

Tomitch, Douchan, Ingénieur, Professeur à l'Université et Directeur de l'Institut d'essais des matériaux à l'Université de Belgrade.

Schweiz.

Schweizerischer Bundesrat:

Schüle, F., Professor am eidg. Polytechnikum und Direktor der eidg. Materialprüfungsanstalt in Zürich. | Weiß, P., Dr., Professor am eidg. Polytechnikum in Zürich.

Eidg. Militärdepartement:

Müller, Ed., Oberst, Chef der kriegstechnischen Abteilung. | Ziegler, Hch., Hauptmann, Chef der Munitionskontrolle.

Eidg. Post- und Eisenbahn-Departement:

Bolliger, O., Kontroll-Ingenieur.

Generaldirektion der schweizerischen Bundesbahnen:

Keller, Obermaschineningenieur. | Vogt, Oberingenieur.
Steiger, A. v., Ingenieur, Vorstand der Oberbaumaterialverwaltung | Bertschinger, A., Präsident der Kreisdirektion III.

Université de Lausanne, École d'Ingénieurs:

Dommer, A., Ingénieur, Professeur.

Eidg. Materialprüfungsanstalt in Zürich:

Schüle, F., Professor am eidg. Polytechnikum und Direktor der eidg. Materialprüfungsanstalt in Zürich. | Brunner, Ed., Abteilungsvorsteher für die mechanisch-technischen Arbeiten.

Digitized by Google

Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein:

Meier, Robert, Ingenieur, Generaldirektor der L. von Roll'schen Eisenwerke in Gerlafingen.

Gesellschaft ehemaliger Studierender am eidg. Polytechnikum in Zürich:

Bertschinger, A., Präsident der Kreisdirektion III der schweizerischen Bundesbahnen, Präsident der Gesellschaft.

Verein schweizerischer Maschinenindustrieller:

Meier, Robert, Ingenieur, Generaldirektor der L. von Roll'schen Eisenwerke in Gerlafingen.

Verein schweizerischer Cement-, Kalk- und Gipsfabrikanten:

Haas, A., Fabriksdirektor, Präsident.

Spanien.

Ministère de la Guerre:

Banús y Comas, Carlos, Colonel du Génie, Directeur du „Laboratorio del Material de Ingenieros".

Rio y Joan, Francisco del, Capitaine du Génie du Laboratorio del Material de Ingenieros".

Ministère des Travaux Publics:

Gálvez-Canero, Augusto de, Ingénieur des Mines.

Zafra, J. M. de, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur à l'„Escuela de Ingenioros de Caminos, Canales y Puertos".

Laboratorio Central para Ensayo de Materiales de Construccion:

Oliver y Roman, B., Ingénieur.

Gouvernement espagnol:

Marvà y Mayer, J., Général du Génie, Chef de section au Ministère de la Guerre, Membre de l'Académie Royale des Sciences exactes, physiques et naturelles.

Ungarn.

Königl. Ungarisches Handelsministerium:

Edvi Illés, Aladár de, Sektionsrat.

Gállik, Stefan, Königl. ung. Baurat.

Kossalka, Jean, Königl. ung. Baurat.

Ladányi, Eugen, Gewerbeinspektor.

K. u. k. Reichs-Kriegsministerium:

Kodolitsch, Rich. Edler von, k. u k. Major.

Metz, Karl, k. u. k. Hauptmann.

Ceipek, Const. Edler von, k. u. k. Hauptmann.

K. u. k. Kriegsmarine:

Zweig, Heinrich, k. u. k. Oberster Schiffbauingenieur.

Stejnar, Franz, k. u. k. Oberstleutnant, k. u. k. Marine-, Land- und Wasserbaudirektor.

Digitized by Google

Königl. Ungarisches Landwehrministerium:

Maróthy, Koloman, de Maróthegyháza, K. u. k. Militär-Bauingenieur.

Königl. Technische Hochschule, Budapest:

Nagy, Desider v., Königl. ung. Hofrat, Professor.
Rejtö, A, Königl. ung. Hofrat, Professor.
Czakó, Adolf, Professor.

Königl. Hochschule für Berg- und Forstwesen, Selmeczbánya:

Sobó, Eugen, Königl. ung. Ober-Bergrat, Professor.
Barlai, Bela, Dr., ord. Professor.
Faller, Carl, ord. ö. Professor und königl. ung. Ober-Bergrat.

Königl. Hauptstädtischer Baurat:

Salkovits, Charles de, Ingénieur en Chef du Conseil supérieur des Travaux publics métropolitains.

Königl. Haupt- und Residenzstadt Budapest:

Szivós, Julius, Oberingenieur. | Boehm, August, Ingenieur.

Königl. Ungarische Staatseisenbahnen:

Geduly, Julius, Ministerialrat, Baudirektor. | Maurer, Moritz, Oberinspektor.
Szlabey, Ernest, Direktor. | Grittner, Albert, Inspektor.
Riedl, Karl, Oberinspektor. | Bermann, Max, Oberingenieur.

Zentraldirektion der Königl. Ungarischen Staatseisenwerke:

Allender, Heinrich, Königl. ung. Ober-Bergrat, Eisen- und Stahlwerkschef, Zolyom-Brezó.

Österreichisch-Ungarische Staatseisenbahn-Gesellschaft (Domänendirektion):

Bálint, Nicolaus, Zentralinspektor, Resiczabánya.

K. k. priv. Südbahn:

Breuer, Moriz, Direktor.

K. k. priv. Kaschau-Oderberger Eisenbahn:

Fábry, Alfred, Oberinspektor.

Ungarischer Verband für die Materialprüfungen der Technik, Budapest:

Zielinski, Szilard, Dr. Professor.
Bresztovsky, Bela v., Dr. Dozent,
Misángy, Wilhelm, Dr. Ing., Ingenieur der Königl. ung. Staatseisenbahnen.

Landesindustrie-Verein, Budapest:

Rejtö, A., Königl. ung. Hofrat, Professor.

Digitized by Google

Vereinigte Staaten von Nordamerika.

United States Government:

Dr. Dudley, Chas. B., M. Am. Soc. M. E., President of the American Society for Testing Materials.

United States Geological Survey (Structural Materials Testing Laboratories):

Humphrey, Richard L., Engineer in charge.

Forest Service, Department of Agriculture:

Hatt, William K., Civil Engineer, Professor.

American Institution of Electrical Engineers:

Stephenson, H., Oddgeir.

American Society of Civil Engineers:

Talbot, Arthur N., Professor.

American Foundrymen's Association:

Moldenke, Richard, Dr., Secretary-Treasurer, Watchung, N. J.

National Association of Cement Users:

Humphrey, Richard, L., President.

Franklin Institute:

Dudley, Chas. B., M. Am. Soc. M. E., President of the American Society for Testing Materials.

Humphrey Richard L., Consulting Engineer, Philadelphia, Pa.

American Society of Mechanical Engeineers:

Dudley, Chas. B., M. Am. Soc. M. E., President of the American Society for Testing Materials.

American Electrochemical Society:

Richards, Joseph W., Professor.

American Society for Testing Materials:

Webster, Wm. R., Civil Engineer.

Digitized by Google

VERZEICHNIS DER KONGRESSMITGLIEDER.

Argentinien.

Rapelli, Luis, Ingénieur, Buenos Aires.
Rapelli, W., Buenos Aires.
Wauters, Carlos, Ing.Civ., Buenos Aires.

Australien.

Knibbs, G. H., C. E., F. R. A. S., F. S. S., Chief of the Commonwealth Bureau of Census and Statistic, Melbourne.

Belgien.

Berger, Philippe, Vice-Consul de Suède, Industriel, Représentant des Machines Brinell, Fremont-Derihon, etc., Charleroi.

Bogaert, R. van, Ingénieur en chef, Directeur de service à la Direction générale des Chemins de fer de l'État Belge, Bruxelles.

Camerman, Emile, Ingénieur, Chef du Service des Essais des Chemins de fer de l'Etat Belge, Bruxelles.

Carton, Léonard, Ingénieur (Ateliers de constructions L. Carton, spécialité de matériel pour fabriques de ciment), Tournai.

Coulier, Sylvain, Ingénieur, Laboratoire d'Essais, Berchem-Ste-Agathe (près Bruxelles).

Decamps, Pierre, Ingénieur principal des Chemins de fer de l'Etat Belge, Bruxelles.

Derihon, Ernest, Administrateur des Usines G. Derihon, Liège.

Derihon, Martin, Administrateur-délégué d. Usines G. Derihon, Loncin-les-Liège.

Galopin, Alexandre, Ingénieur, Sous-Directeur de la Fabrique Nationale d'Armes de Guerre, Liège.

Gody, J., Ingénieur, Directeur au Ministère des Chemins de fer, Postes et Télégraphes, Bruxelles.

Gorski, Henri de, Ingénieur, Secrétaire particulier de Directeur-Général de la Société Cockerill, Seraing.

Greiner, Adolphe, Ingénieur des Mines, Directeur-Général de la Soc. Cockerill, Membre du Comité-Directeur de l'Assoc. Internationale pour l'essai des matériaux, Seraing, Château Cockerill.

Hiertz, Emile, Ingénieur, Chef de service des Hauts-Fourneaux Cockerill, Seraing.

Hubert, Herman, Inspecteur-Général des Mines, Professeur ordinaire à l'Université de Liège, Liège.

Massart, Emile, Secrétaire-Général de la Société Anonyme G. Dumont et frères, Liège.

Nepper, Fernand, Ing. à la Fabrique Nationale d'Armes de Guerre, Liège.

Société Belge des Ingénieurs et des Industriels, Bruxelles, Hôtel Ravenstein.

Thirionet, Léon, Ingénieur en Chef; Directeur des Chemins de fer de l'Etat Belge, Bruxelles.

Tonneau, Emile, Ingénieur, Chef de Service des Aciéries Cockerill, Seraing.

Volsom, van, Ingénieur, Bruxelles.

Digitized by Google

Brasilien.

Assis, Olympio de, Ingénieur, Rio de Janeiro.

China.

Chang Ching Yao, Elève-dragoman pour la langue française, Bruxelles.
Liu Si Shang, Secrétaire-dragoman, Bruxelles.
Ping Shi, Attaché à la Légation Impériale de Chine, St-Pétersbourg.
Tchang-Tsou-Soueng, Premier Secrétaire de la Légation Impériale de Chine, St-Pétersbourg.
Wang Ming Yao, Elève-dragoman pour la langue française, Bruxelles.
Wang Mu Tau, Attaché ayant rang de secrétaire, Bruxelles.
Yang Pao Nan, Ingénieur des Chemins de fer.

Dänemark.

Ahlmann, N., Ingeniör, Köbenhavn.
Ambt, Generaldirektör, Hellerup.
Angelo, A. R., Direktör, Köbenhavn.
Arboe, O., Ingeniör, Köbenhavn.
Berg, D., Direktör, Aalborg Portland-Cement Fabrik, pr. Aalborg.
Berg, Axel, Arkitekt, Köbenhavn.
Bindesböll, S. C. W., Direktör, Helsingör.
Bjerre, A., Afdelingsingeniör, Lyngby.
Blom, F. V., Entreprenör, Etatsraad, Köbenhavn.
Boeck-Hansen, A., Driftsbestyrer, Aalborg.
Boje, H. F., Ingeniör, Köbenhavn.
Bonde, H. P., Ingeniör, Hellerup.
Brodersen, C. J., Direktör, Köbenhavn.
Bruun, Palle, Professor ved Polyteknisk Læreanstalt, Köbenhavn.
Bruun, S., Civilingeniör, Köbenhavn.
Bruyn. de, Regierungs- und Baurat, Charlottenlund.
Buch, K., Ingeniör, Aalborg Portland-Cement Fabrik, pr. Aalborg.
Busse, O. F. A., Direktör for de danske Statsbaners Maskinafdeling.
Bögh, V., Ingeniör, Köbenhavn.
Carlsen, C. J., Chef for Konstruktionskontoret, Köbenhavn.
Christensen, A., Landbrugskandidat, Köbenhavn.
Christensen, A. R., Docent, Köbenhavn.
Christensen, Fr., Professor, Köbenhavn.
Christensen, K., Direktör, Aalborg, Repr. for Portland-Cementfabriken »Norden«.
Christiani, R., Ingeniör, Hamburg.
Cohen, Vald., Ing., cand. polyt., Kbhvn.
Dahlström, Young, Ing., Köbenhavn.
Dalgas, Direktör for den Kgl. Porcellænsfabrik, Köbenhavn.
Davidsen, M., Ingeniör, Hellerup.
Drechsel, C. F., Havnekaptajn, Kommandör, Köbenhavn.
Elsass, L., Direktör, Köbenhavn
Elzelingen, W. van, Ing., Hellerup.
Engelhart, Chr., Ingeniör, Hellerup.
Ernst, C. F. S., Kommitteret, Köbenhavn.
Faber, S. A., Direktör, Hellerup.
Fejlberg, P., Inspektör, Söborg, Esrom.
Fischer-Möller, H., Afdelingsingeniör, Ny-Holte.
Folke-Rasmussen, Ingeniör, Kbhvn.
Foss, Alex., Ing. og Maskinfabrikant, Köbenhavn.
Frydenlund, I. N. S., Ingeniör, Kbhvn.
Fuchs, Aug., Driftsbestyrer, Kastrup Glasværk.
Garde, G., Direktör, Köbenhavn, Repr. for A/S. »Titan«.
Gottlieb, C., Direktör, Aarhus.
Gottlob, I., cand. polyt., Köbenhavn.
Gregersen, G., Direktör, Köbenhavn.
Grut, T., Ingeniörkaptajn, Holte.
Grüner, Th., Generalmajor, Köbenhavn.
Hagemann, G. A., Direktör, Köbenhavn.
Halberstadt, Gust., Grosserer, Kbhvn.
Hannover, H. I., Professor, Direktör, Köbenhavn.
Hansen, Charles, Fabrikant, Odense.
Hansen, Heinrich, Bygningsinspektör.
Hartmann, E., Ingeniör, Hedehus-Teglværket, Hedehusene.
Hedemann, C. G. H., Kaptajn, Bestyrer af »Söværnets Bygningsvæsen«, Kbhvn.
Hein, S. P. F., Banebestyrer, Fredericia.
Heineken, A., Konsul, Direktör, Kbhvn.

Digitized by Google

Helper, V., Direktör for Statsbanernes Trafikafdeling, Köbenhavn.
Hersom, E. M., cand. polyt., Statsbanernes Maskinafdeling, Köbenhavn.
Hiort-Lorenzen, P., Kontorchef, Charlottenlund.
Hiort-Lorenzen, R., Baneingeniör, Struer.
Holm, Arvid, Ingeniör, Kobenhavn.
Holm, Hans C., Direktör, Köbenhavn.
Holten Andersen, N., Driftsbestyrer, Uttrupgaard pr. Nörresundby
Hoppe, V., Entreprenör, Köbenhavn.
Hummel, Chr., Ingeniör, Köbenhavn.
Höeg, N., Stadsingeniör, Aalborg.
Irminger, I. O. V., Driftsbestyrer, Kbhvn.
Ishöy, Edvard, Ingeniör, Köbenhavn.
Jacobsen, A., cand. polyt., Statsbanernes Maskinafdeling, Köbenhavn.
Jantzen, ivar, Ingeniör, Hellerup.
Jarl, C. F., Ingeniör, Köbenhavn.
Jensen, Em., Fabrikant, Köbenhavn.
Jensen, N. P., Ingeniör, Köbenhavn.
Johannsen, Fr., Telefondirektör, Kbhvn.
Juul, C., Oberstlöjtnant, Köbenhavn.
Juul, V. A., Banedirektör, Köbenhavn.
Jörgensen, L. J., cand. polyt., Statsbanernes Maskinafdeling, Köbenhavn.
Karsten, A. C., Afdelingsingeniör, Kbhvn.
Kihl, A. C. C., cand. polyt., Statsbanernes Maskinafdeling, Aarhus.
Knub, G. N., cand. polyt., Statsbanernes Maskinafdeling, Köbenhavn.
Koefoed, S., Ingeniör, Hellerup, Repr. for A/S. Smith, Mygind & Hüttemeier.
Krag, C. H., cand. polyt., Statsbanernes Maskinafdeling, Köbenhavn.
Krog, A., Direktör, Köbenhavn.
Kähler, Gustav, Ingeniör, Köbenhavn.
Lange, Jens, Maskinfabrikant, Kbhvn.
Larsen, Axel, Ing., Aalborg, Portland-Cement Fabrik, pr. Aalborg.
Larsen, Poul, Ing. og Maskinfabrikant, Köbenhavn.
Lerche, Baron Otto, Ingeniör, Kbhvn.
Levysohn, Albert, Grosserer, Kbhvn.
Lomholdt, N. E., Kaptajn, Köbenhavn.
Lorenz, G., Ing., Havnevæsenet, Kbhvn.
Lundbye, A., Ingeniör, Köbenhavn.
Lundbye, J. T., Docent, Köbenhavn.
Lundbye, L., Havne- og Stadsingeniör, Korsör
Lutz-Petersen, G., Entreprenör, Kbhvn.
Lönberg, Holm, Ingeniör, Hellerup.
Lörup, P. K. C., cand. polyt., Statsbanernes Maskinafdeling, Köbenhavn.
Marstrand, J., Borgmester, Köbenhavn.
Mathiesen, Jul., Ingeniör, Köbenhavn.
Matthiesen, Oscar, Prof., Charlottenlund.
Meyer, Karl, Laboratorieforstander, Köbenhavn.
Meyer, N. R., Telegrafdirektör, Kbhvn.
Michaelsen, E., Direktör, Köbenhavn, Repr. for »Vacuum Oil Company«.
Mogensen, Emil, Ingeniör, Köbenhavn.
Monberg, N. C., Ingeniör, Köbenhavn.
Munch-Petersen, J., Ingeniör, Kbhvn.
Munck, Ove, Overingeniör, Köbenhavn.
Munck, P. G., Grosserer, Köbenhavn.
Münter, B., Kommandör, Köbenhavn.
Münter, H., Ingeniör, Vassingeröd.
Möhl, N. F., Ingeniörkaptajn, Köbenhavn.
Möller, Axel, Ing., Köbenhavn, Repr. for Firmaet Ludvigsen & Hermann.
Möller, H. C. V., Havnebygmester, Kbhvn.
Möller, J. P. A., Direktör, Cementfabriken »Dania«, Hobro.
Möller, Kristen, Ingeniör, Köbenhavn.
Möller, Rich., Ingeniör, Hellerup.
Mörup, A. M., cand. polyt., Statsbanernes Maskinafdeling, Aarhus.
Neergaard, Holger, Ing., Köbenhavn.
Nielsen, Arkitekt, Aarhus, Repr. for Aarhus tekniske Skole.
Nielsen, N., Ingeniör, Köbenhavn.
Nobel, O. K., Afdelingsingeniör, Kbhvn.
Nordiske Kabel- og Traadfabrikker, Aktieselskab, Köbenhavn.
Nyboe, M. Ib., Ingeniör, Charlottenlund.
Olsen, C., Stenhuggermester, Köbenhavn.
Olsen, L. F., Stenhuggermester, Kbhvn.
Oppermann, A., Prof., Charlottenlund.
Ostenfeld, A., Professor, Köbenhavn.
Ottesen, Carl J., Inspektör, Köbenhavn.
Ovesen, O. K., Premierlöjtnant, Kbhvn.
Paulli, H., Ingeniör, Köbenhavn.
Pedersen, Carsten, Ingeniör, Kbhvn.
Pedersen, P. O., Ingeniör, Köbenhavn.
Petersen, A. E., Arkitekt, Köbenhavn.
Petersen, Ax. G. V., Ingeniörkaptajn, Köbenhavn.
Petersen, Mayntz, Underdirektör ved Statsproveanstalten, Köbenhavn.
Petersen, Oscar, Driftsbestyrer, Lemvig.
Petersen, Philip, Ingeniör, Köbenhavn.
Pontoppidan, Erik Peter, Inspektör, Köbenhavn.
Poulsen, A., Ingeniör, Lemvig.
Poulsen, C. A., Ingeniör ved den Kgl. Porcellænsfabrik, Köbenhavn.
Prior, H. P., Direktör, Köbenhavn.
Raaschou, Fr., Ingeniör, Köbenhavn.
Raben, Th., Kontorchef, Köbenhavn.
Raffel, Alfred, Grosserer, Köbenhavn.
Ramsing, C., Professor, Köbenhavn.
Rasmussen, Vilh., Ing., Köbenhavn.
Reck, A. B., Kaptajn, Hellerup.
Riisager, Emil, Ingeniör, Frederiksberg.

Digitized by Google

Rump, I.. Ingeniör, Köbenhavn.
Rung, W., Professor, Hellerup.
Saabye, Johannes, Ingeniör, Kbhvn.
Sardemann, Ingeniör, Aarhus.
Schiern, H. C., Telegrafingeniör, Kbhvn.
Schjerbeck, O. E., Afdelingsingeniör, Köbenhavn.
Schmidt, Sporvejsdirektör. Aarhus.
Schou, V., Direktör, Antvorskov, Slagelse.
Schwensen, Ove, Ingeniör, Köbenhavn.
Schäffer, Axel, Ingeniör, Köbenhavn.
Schöller, K., Ingeniör, Köbenhavn.
Seemann, F. V., Banebestyrer, Kbhvn.
Seifert, Carl, Smedemester, Köbenhavn.
Simonsen, J., cand polyt., Köbenhavn.
Simonsen, S. H., Vexellerer, Kbhvn.
Sonne, Ingeniör, Köbenhavn.
Steenberg, N. G., Professor, Kbhvn.
Steenstrup, H., Ing., Kvisthus, Aalborg.
Stenbjörn, H. E., Ingeniör, Holte.
Ström, V. F. M., cand. polyt., Statsbanernes Baneafdeling, Köbenhavn.
Suenson, E.. Docent, Köbenhavn.
Svanholm, Th. A., Direktör, Köbenhavn, Repr. for »Vacuum Oil Company«
Sœbye, Christian, Chef for Statsbanernes Maskinkontor, Hellerup.
Thaulow, E., Ingeniör ved teknologisk Institut, Köbenhavn.
Thomsen, Knud A., cand. polyt., Statsbanernes Baneafdeling, Köbenhavn.
Topsóe, Haldor, Direktör for Arbejds= og Fabriktelsynet.
Tuxen, H., Oberstlöjtnant, Köbenhavn.
Tuxen, J. C., Direktör, Köbenhavn.
Tvede, Gotfred, Arkitekt, Köbenhavn.
Tvenge, H. C. M., cand. polyt., Statsbanernes, Baneafdeling, Fredericia.
Ulrich, H., Oberstlöjtnant, Köbenhavn
Valentiner, J. C., Ingeniör, Köbenhavn.
Vang, Niels, Ingeniör, Köbenhavn.
Vetli, V. C. O., cand. polyt., Statsbanernes Baneafdeling, Aarhus.
Vogt, H. C., Ingeniör, Köbenhavn.
Voigt, J. J., Stadsingeniör i Köbenhavn.
Wedege, Sören, Bogtrykker, Kbhvn.
Wendelbo-Madsen, J., Arkitekt, Kbhvn.
Werner, I. W., Ingeniör, Köbenhavn.
Werner, R., Værkstedbestyrer ved de danske Statsbaner, Köbenhavn.
Westergaard, N. V.. Vandbygningsdirektör, Köbenhavn.
Wiehe, I., forhenv. Driftsbestyrer, Köbenhavn.
Windfeld-Hansen, Ib., Belysningsdirektör, Köbenhavn.
Windfeld-Hansen, I. A., Fabrikant, Hellerup, Repræsentant for Firmaet L. C. Glad & Co.
Windfeld-Hansen, I. E., cand. pharm., Köbenhavn, Repr. for »Struers kemiske Laboratorium«.
Winkel, S., Ingeniör, Hilleröd.
Winslow, C. J. B., Direktör, Köbenhavn.
With, Eigil B., Ing., Portland Cementfabrik zu Kunda bei Wesenberg, Estland, Rußland.
Wolfhagen, L., Baneingeniör, Kbhvn.
Wright, Hans, Stadsarkitekt, Kbhvn.
Öllgaard, F., Vanddirektör, Köbenhavn.

Deutschland.

Beil, G., Ingenieur, Wilmersdorf.
Berndt, Otto, Professor, Geheimer Baurat, Vorstand der Materialprüfungsanstalt zu Darmstadt, Darmstadt.
Bruhn, Dr., Charlottenburg.
Bürstenbinder, Max, Baurat, Hamburg.
Dyckerhoff, Eugen, Kommerzienrat, Vorsitzender des Deutschen Beton-Vereins, Biebrich a. Rh.
Dyckerhoff, Rudolf, Dr., Ingenieur, Biebrich a. Rh.
Dickerhoff, Aug., Dr., Ing., Biebrich a. Rh.
Ebert, Ernst, Königl. Ober-Regierungsrat im Verkehrsministerium, München.
Eichhoff, F. Rich., Professor d. Eisenhüttenkunde an der Königl. Bergakademie, Berlin.
Framm, F., Dr., Karlshorst bei Berlin.
Galli, Professor, Vertreter der Königl. Bergakademie, Freiberg i. S.
Gary, Max, Prof., Abteilungsvorsteher im kgl. Materialprüfungsamt, Groß-Lichterfelde-West.
Germelmann, W., Geheimer Ober-Baurat, Berlin, Steglitz.
Gleim, C. O., Hamburg—Winterhude.
Goslich, Dr., Fabriksdirektor, Züllchow, Pommern.
Haenig, A., Ingenieur, Dessau.
Hardenbroek, Baron van, Direktor, Hillegom.
Herfeldt, Gabriel, Traßgrubenbesitzer, Andernach a. Rh.
Heyn, E., Professor, Unterdirektor, Gr.-Lichterfelde.
Hinrichsen, Professor, Dr., ständ. Mitarbeiter im Königl. Materialprüfungsamt, Gr.-Lichterfelde.

Digitized by Google

Hirschwald, J., Prof., Dr., Geheimer Regierungsrat, Berlin, Grunewald.
Hochstetter, Franz, Dr., Geschäftsführer der „Schiffbautechnischen Gesellschaft", Vertr. derselben, Berlin.
Homilius, J., Geheimer Baurat, Mitglied der Generaldirektion d. Sächsischen Staatseisenbahnen, Dresden.
Hüllmann, Geheimer Ober-Baurat, Konstruktions-Departement, Berlin.
Hüser, Alfred, Gesellschaft für Zement-Stein-Fabrikation, Oberkassel, Siegkreis.
Kistner, Baumeister, Lehe.
Krause, Max, Direktor, Berlin.
Labes, Regierungs- und Baurat von der Königl. Eisenbahndirektion, Berlin.
Lange, Otto, Dr. phil., Stahlwerkchef, Hoerde i. W.
Leube, Otto, Fabrikant, Ulm a. d. D.
Linde, G., Regierungs-Baumeister a. D., Direktor des Vereins deutscher Ingenieure, Berlin.
Martens, A., Professor, Geheimer Ober-Regierungsrat, Direktor des Königl. Materialprüfungsamtes, Gr.-Lichterfelde.
Meyer, Eugen, Prof., Dr., Charlottenburg.
Michaëlis sen., Wilhelm, Dr., Berlin.
Mohr, Felix, Teilhaber d. Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim.
Möller, Max, Professor, Techn. Hochschule, Braunschweig.
Müller, Dr., Fabriksdirektor, Vorsitzend. d. Vereins Deutscher Portlandzement-Fabrikanten, Kalkberge (Mark).
Naeher, R., Baurat, Mitglied d. Generaldirektion der Badischen Staatseisenbahnen, Karlsruhe.
Natorp, Regierungs- u. Baurat im Ministerium d. öffentlichen Arbeiten, Berlin.
Nitschmann, Franz, Geh. Ober-Baurat im Ministerium d. öff. Arbeiten, Berlin.
Probst, E., Dr. Ing., Berlin.
Prondzynski, F. v., Generaldirektor, Groschowitz b. Oppeln, O. Schl.
Prüssing, Paul, Dr., Direktor, Portlandzement-Fabrik Schönebeck a. d. Elbe.
Quistorp, M., Direktor d. „Pommerschen Industrie-Vereins auf Aktien", Stettin
Sack, Geheim. Regierungsrat, Königsberg.
Scheit, H., Geheimer Hofrat, Dresden.
Schneider, Ingenieur, ständ. Mitarbeiter im Königl. Materialprüfungsamte, Gr.-Lichterfelde.
Schopper, Alfred, Ingenieur, Leipzig.
Schopper, Louis, Fabrik wissenschaftl. und techn. Apparate, Spezialität: Material-Prüfungsmaschinen, Leipzig.
Schröder, Carl, Oberingenieur d. Oberschlesischen Eisenb.-Bedarfs-Aktiengesellschaft, Gleiwitz.
Siber, P., Fabriksdirektor, Stettin-Bredow.
Staude, Baumeister, Bremen.
Strebel, Otto, Dr., Betriebsdirektor der Portland Cementfabrik Hemmoor, Hemmoor/Oste.
Tannhäuser, F., Dr., Privatdozent a. d. Universität u. a. d. Techn. Hochschule in Berlin, Berlin.
Unger Nyborg, Erik, Bauinspektor d. Baudeputation, Hamburg.
Urbach, Ingenieur, Schriftleiter d. Tonindustrie-Zeitung", Berlin.
Veith, Wirklicher Geheimer Ober-Baurat im Reichsmarineamt, Konstruktions-Departement, Berlin.
Wagner, Paul, Ingenieur, Cöln.
Weil, Otto, Dr., Chem. Fabrik v. Th. Goldschmidt, Essen/Ruhr.
Wendemuth, Baurat für den Strom- und Hafenbau, Hamburg.
Wetzstein, A., Berg- u. Hütteningenieur, Kgl. Techn. Hochschule, Mineralog.-Geolog. Institut, Charlottenburg.
Weyrich, Baurat, Hamburg.
Wurtzel, Professor, Dr., Abteilungsvorsteher im Militärversuchsamt, Vertr. d. Kgl. Preuß. Kriegsministeriums, Berlin.
Zimmermann, H., Dr. phil. und Dr. Ing., Wirklicher Geheimer Ober-Baurat im Kgl. Preuß. Ministerium der öffentl. Arbeiten, Berlin.

Frankreich.

Anstett, F., Chef du Laboratoire municipal d'essai de matériaux de la ville de Paris, Paris.
Baclé, L., Ingénieur Civil, Paris.
Bauchère, Direct.-Général de la Société des Ciments Français, Paris.
Belanger, Ingénieur adjoint à l'Ingénieur chargé du Contrôle des Travaux extérieurs, Paris.
Biard, Ingénieur Civil, Paris.
Bonet, Ingénieur en chef de l'Association des Propiétaires d'appareils à vapeur du Nord de la France, Lille.

Digitized by Google

Breuil, Chef de la Section des essais des Métaux au Laboratoire du Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris.

Brignon, Colonel, Directeur de l'Atelier de Construction de Puteaux, Puteaux (Seine).

Candlot, E., Fabricant de ciment Portland, Paris.

Cartault, Ingénieur en chef adjoint du Service de la Voie à la Cie P.-L.-M., Paris.

Cellerier, Directeur du Laboratoire d'essais du Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris.

Charpy, G., Directeur des Usines Saint-Jacques de la Compagnie des Forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons, Montluçon (Allier).

Chartiée, Ingénieur attaché au Service de la Construction à la Cie P.-L.-M., Paris.

Chaumonot, Percepteur en Retraite, Membre de la Société d'Histoire Naturelle d'Autun, Mont-St-Jean (Côte-d'Or).

Cohade, J., Ingénieur principal des Établissements Schneider & Cie, Le Creusot (Saône-et-Loire).

Colomb, Directeur de l'Agence de Paris de la Société J. et A. Pavin de Lafarge (Chaux hydrauliques et ciments), Paris.

Cureyras, Docteur en droit, Vichy (Allier).

Desjuzeur, Ingénieur, Directeur de l'Association Lyonnaise d'appareils à vapeur, Lyon.

Feret, R., Chef du Laboratoire des Ponts et Chaussées à Boulogne-sur-mer (Pas-de-Calais).

Franck, Ingénieur-Chimiste, Deutsch-Luxemburgische Corgiwerke u. Hütten-Aktiengesellsch., Differdange (Luxembourg).

Gages, Lieutenant-Colonel d'Artillerie, Directeur du Cours supérieur technique d'Artillerie, Bourges (Cher).

Guillet, L., Ingénieur des Arts et Manufactures, Professeur de métallurgie et du travail des métaux au Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris.

Huillier, F., Ingénieur principal du Matériel des Chemins de fer de l'État, Paris.

Jouanne, Paris.

Juliá, Santiago, Ingénieur de la Société Romain Boyer et Cie (Chaux et ciments) Marseille.

Kammerer, Ingénieur en chef de l'Association Alsacienne des Propriétaires d'appareils à vapeur, Mulhouse (Allemagne).

Laborbe, Ingénieur Civil, Paris.

Le Chatelier, H., Inspecteur-Général des Mines, Membre de l'Académie des Sciences de l'Institut de France, Paris.

Leduc, Chef de Section au Laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers, Gagny (Seine-et-Oise).

Lonquéty, M., Ingénieur civil des Mines, Paris.

Maurial, Commandant du Génie, Section technique du Génie, Paris.

Maurial fils, Paris.

Maynard, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Saint-Nazaire (Loire-Inférieure).

Maynard, E., Rentier, Paris.

Mesnager, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Professeur et Directeur des Laboratoires à l'École Nationale des Ponts et Chaussées, Paris.

Monduit, Architecte en chef des Bâtiments civils et des Palais nationaux, Professeur de construction à l'Ecole Nationale des Beaux-Arts, Paris.

Mouseaux, P., Secrétaire de M. Monduit, Paris.

Nadal, Ingénieur en Chef des Ateliers et du Matériel roulant, Paris.

Olry, A., Ingénieur en chef des Mines, Paris.

Petitpas, Ingénieur, Les Mureaux (Seine-et-Oise).

Pralon, L., Administrateur-Délégué de la Société des Hauts-Fourneaux, Forges et Aciéries de Denain et Anzin, Paris.

Rabut, C., Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef du Service des Travaux neufs des Chemins de fer de l'État, Paris.

Regimbeau, Ingénieur en chefs des Travaux neufs, des Voies et des Bâtiments, Paris.

Revillon, L., Ingénieur des Arts et Manufactures, Paris.

Ronfet, Ingénieur des Arts et Manufactures, Paris.

Saladin, Ingénieur principal aux Établissements Schneider, Paris.

Sauvage, Professeur du cours des machines au Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris.

Simonot, Ingénieur en chef du Génie Maritime, Cherbourg (Manche).

Digitized by Google

Valat, A., Ingénieur principal des Constructions métalliques à la Compagnie des Chemins de fer de l'Est, Paris.

Werth, J., Directeur des usines de la Société des Hauts-Fourneaux, Forges et Aciéries de Denain et Anzin, Denain (Nord).

Großbritannien.

Bauerman, Professor, H.
Blount, Bertram, London, S. W.
Blyth, G. H., Chas. Nelson & Co., Stockton, nr. Rugby.
Brain, H. A., London.
Brearley, A. W., Engineer, Salamander, Steel Works, Riga, Russia.
Brearley, Harry, Amalgams Co., Ltd., Attercliffe Road, Sheffield.
Brown. H. Edon, West Croydon.
Cleland, W., Engineer, Sheffield Testing Works, Blonk Street, Sheffield.
Dunn, William, London, W. C.
"Engineering", London, W. C.
Gulliver, G. H., The University, Edinburgh.
Hadfield, Sir Robert A.
Hall, Joseph, Victoria Wharf, Croydon.
Harbord, F. W., London, S. W.
Hethey, G., Salisbury House, London Wall, E. C.
Holloway, G. T., London, W. C.
Kaye, L. Lister, Southam Works, Rugby.
Kirkaldy, W. G., London, S. E.
Lester, J. H., Manchester Chamber of Commerce, Testing House, Royal Exchange, Manchester.
Lloyd, G. C., London, S. W.
Maxted, G. V., Hull.
Milton, J. T., London, E. C.
Moores, George, Manchester.
Randall, Joseph, Summer Court, Shooter's Hill, Kent.
Rapelli, Luis, London
Rapelli, Washington, London.
Rees, Col. W. D., Metropolitan Bank Chambers, Swansea.
Roberts, G. H., Assistant Mech. Engineer, Royal Arsenal, Woolwich.
Robertson, Leslie S., M. Inst. C. E, London.
Robinson, S. G., London, S. W.
Rosenhain, Walter, Teddington.
Sachs, Edwin O., F. R. S. Ed., London, S. W.
Sharrock, C. W., Wouldham Cement Co., Lion Works, West Thurrock.
Slack, H. A., High Road, Wealdstone.
Smith, J. Cruickshank, Holmdene, West Ealing.
Spackman, Charles, Rosenhaugh, Clitheroe, Lancs.
Stead, J. E., F, R. S., F. I. C., F. C. S., Middlesbrough.
Tomlinson, F., The Broughton Copper Co., Ltd., Manchester.
Trechmann, A. O., Trechmann, Weekes & Co., Cuxton, Kent.
Tsurumi, S., London.
Weighton, Prof., R.L., Newcastle-on-Tyne.

Italien.

Barzanò, Carlo, Ingénieur, Milan.
Bellotti, Giulio, Professeur, Ingénieur, Florence.
Benetti, Jacopo, Professeur, Ingénieur, Directeur de l'École Royale des Ingénieurs, Bologne.
Bougleux, Eugenio, Ingénieur, Pise.
Canevazzi, Silvio, Prof., Ingénieur, Bologne.
Cattaneo, Ugo, Ingénieur, Chef de Division des Chemins de fer de l'État, Rome.
De Mattei, Philippe, Avocat, Florence.
De Mattei, Virgilio, Ing., Directeur-Général de la »Società Anonima Fabbrica Calce e Cementi«, Casale Monferrato (Piémont).
Fadda, Stanislao, Ingén.-Direct., Rome.
Giolitti, Federico, Docteur, Professeur, Turin.
Lenci, Giuseppe, Ingénieur, Florence.
Molli, Stefano, Ingénieur, Turin.
Nicolis di Robillant, Comte Stanislao, Ingénieur, Turin.
Parvopassu, Carlo, Ingénieur, Rome.
Perelli, Guido, Ingénieur-Directeur de l'Association pour les chaudières à vapeur, Milan.
Revere, Giulio, Professeur, Ing., Milan.
Salemi-Pace, Giovanni, Ingénieur, Professeur de l'Ecole Royale des Ingénieus a Palerme.
Salvadori di Wiesenhoff, Giacomo, Ingénieur, Turin.

Digitized by Google

Scifoni, Enrico, Ingénieur, Rome.
Segré, Claudio, Ingénieur, Directeur, de l'Institut expérimental des Chemins de fer de l'État italien, Rome.
Tommaselli, Giuseppe, Industriel, Gênes.
Verole, Pietro, Ingénieur, Chef de division aux Chemins de fer de l'État, Rome.

Japan.

Hori, Kakutaro, Prof. à l'Université de Kyoto, Membre de la Commission des Études de la Compagnie des Chemins de fer de la Mandchourie méridionale, Délégué de la Compagnie.
Ikeda, Masahiko, Ing. des Chemins de fer de l'État, Délégué du Gouvernement et des Chemins de fer de l'État.
Okodo, Soji, Ingénieur des Chemins de fer de l'État, Délégué du Gouvernement et des Chemins de fer de l'État.
Oi, Seiichi, Professeur-adjoint à la Faculté du Génie à l'Université Impériale de Kyoto, Délégué de l'Université Kyoto.
Shibata, Keisaku, Dr., Professeur-adjoint à la Faculté du Génie à l'Université Impériale, Délégué du Gouvernement et de l'Université de Tokio.
Tanaka, Fuji, Professeur-adjoint à la Faculté du Génie à l'Université Impériale, Délégué du Gouvernement et de l'Université de Tokio, Berlin W.
Tsumuri, S., Ingénieur, Professeur à l'Ecole technique supérieure, Osaka.

Luxemburg.

Franck, Ingénieur-chimiste, Deutsch-Luxemburgische Bergwerke und Hütten-Aktiengesellschaft, Differdange.

Niederlande.

Bienfait, L., Ingenieur, Mitinhaber der Prüfungsanstalt Koning & Bienfait, Amsterdam.
Boon, A. A., Zivilingenieur, Vertreter der »Amsterdam'schen Fabriek van Cementyzer Weihen«, Utrecht.
Burgdorffer, A. C., Adjunkt-Direktor im Stadtbauamt, Rotterdam.
Geesteranus, H. P. Maas, Oberingenieur d. Holl. Eisenb.-Gesellsch., Amsterdam.
Inckel, J. E., Ingenieur 1ster Klasse im Kolonialministerium, Haag.
Joosting, P., Oberingenieur der Niederl. Staatsbahnen, Utrecht.
Kley, P. D. C., Professor der Mikrochemie an der Techn. Hochschule zu Delft, Haag.
Kloes, A. J. van der, Professor der Baumaterialienkunde an der Techn. Hochschule zu Delft, Delft.
Laumans, P. C. J., Ingenieur der Niederl. Staatsbahnen, Utrecht.
»My. tot Bevordering der Bouwkunst«, Amsterdam.
Raaymaakers, M., Hauptmann im Kgl. Niederl. Geniestabe, Ede.
Rutgers, S. J., Ingenieur im Stadtbauamt zu Rotterdam, Privatdozent an der Techn. Hochschule zu Delft, Rotterdam.
Schroeder v. d. Kolk, J. Obering. bei der Reichsbeaufsichtigung der Eisenbahnen, Haag.
Steen van Ommeren, F. C. J. van d., Oberingenieur im Stadtbauamt, Haag.
Stoffels, A. J. M., Direktor der Baupolizei, Haag.
Tombe, F. J. des, Ingenieur der Niederl. Staatsbahnen, Utrecht.
Wallen, P. F. van der, Fabriksbesitzer, Brielle.

Norwegen.

Baalsrud, A., Avdelingsingeniör i Statens Vejvæsen, Kristiania.
Ellingsen, Absjörn, Murermester, Stavanger.
Gram, Joh., Dr., Kemiker ved Norges Statsbaner, Kristiania.
Gunstensen, I. E., Direktör for Trondhjems tekniske Læranstalt, Trondhjem.
Hanssen, Ernst, Murermester, Bergen.
Hiorth, Fr., Direktör, Kristiania.
Holgersen, Bernhard, Malermester, Stavanger.

Digitized by Google

Hugo, Carl, Overingeniör, Kristiania.
Ingstad, O., Stadsingeniör i Bergen.
Jonassen, E., Overingeniör ved Kværner Bruk, Kristiania.
Julsrud, O. A., Kaptejn, Kanonkontrol-Officer, Kristiania.
Lund, J. G., Overlærer, Trondhjem.
Lund, S. A., Ingeniör, Chef for Statsbanernes Brokontor, Kristiania.
Musculus, H., Disponent for Kristiania Cementstöberi, Kristiania.
Sigurdsen, S., Bygmester, Skien.
Simonsen, E., Kemiker, Kristiania.
Sönsteby, Anton, Ingeniör ved Norges Statsbaner, Kristiania.
Sparre, H. J., Arkitekt, Kristiania.
Storm, Chr., Sektionsing., Trondhjem.
Thorne, A., Verksejer, Hönefos.
Thorstensen, S., Bygmester, Skien.
Tönnesen, Adolf, Smedemester, Stavanger.
Vogt, Johan H. L., Professor i Metallurgi ved Kristiania Universitet, Kristiania.
Wetlesen, Thorvald, Ingeniör, Bestyrer af Offentligt Bureau for Prövning af Cement og Sand, Kristiania.

Österreich.

Arlt, Ferd. Ritter von, Kommissär, Wien.
Basch, Alfred, Ingenieur, Konstrukteur a. d. k. k. Deutschen Technischen Hochschule, Prag.
Berger, Franz, Ingenieur, Inspektor u. Bureauvorstand der k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft, Wien.
Berger, Franz, Dr. techn. h. c., Sektionschef des k. k. Ministeriums für öffentl. Arbeiten, Wien.
Biró, Ludwig, Verwaltungsrat d. A.-G. R. Ph. Waagner, Wien.
Blodnig, Martin I., Ingenieur, Prokurist d. Königshofer Cement-Fabrik, A.-G., Wien.
Brejcha, Karl, Zentralinspektor der k. k. priv. österr. Nordwestbahn, Wien.
Burger, Wenzel, k. k. Baurat im k. k. Eisenbahn-Ministerium, Wien.
Ceipek, Const. Edler von, k. u. k. Hauptmann, Wien, I, Getreidemarkt, Mil. techn. Komitee.
Chaudoir, Gustav, Fabrikant, Wien.
Dolinar, Stefan, Direktor des Walzwerkes in Graz der k. k. Südbahn-Gesellschaft, Graz.
Dormus, Anton Ritter von, Inspektor der k. k. Nordbahn-Direktion, Wien.
Emperger, Fritz Edler von, Dr. Ing., k. k. Oberbaurat, Wien.
Exner, Wilhelm, Dr., Exz., Geh. Rat, k. k. Sektionschef, Präsident des k. k. Gewerbeförderungsamtes, Wien.
Fleischhacker, Martin, Gemeinderat und Stadtbaumeister, Brünn.
Fleischmann, Julius, Ingenieur, Maschinen-Oberbaukommissär der k. k. Nordbahn-Direktion, Wien.
Gerstner, Franz, Ingenieur, k. k. Regierungsrat, Generalinspektor der priv. österr.-ung. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft, Wien.
Greil, Alfred, städt. Baurat, Wien.
Großmann, Josef, Oberinspektor der k. k. Süd-Norddeutschen Verbindungsbahn, Wien.
Grünfeld, Alfred, Betriebsingenieur, Gasserwerk, St. Pölten.
Grünhut, Alf., Ing., Oberkommissär, Wien.
Haberkalt, Karl, k. k. Oberbaurat, Vertreter des k. k. Ministeriums für öffentl. Arbeiten, Wien.
Hanisch, August, Professor, k. k. Oberbaurat, Wien, k. k. Technologisches Gewerbemuseum.
Hatschbach, Franz, k. k. Baurat, Dipl. Ingenieur im k. k. Eisenbahn-Ministerium, Wien.
Hauser, Wilh., k. k. Oberbaurat des k. k. Eisenbahn-Ministeriums, Wien.
Heller, R., Fabriksdirektor, Vize-Präsident des Vereins Oesterr. Portlandzement-Fabrikanten, Golleschau, Öst.-Schl.
Hess, Ludwig, Dr. Ing., k. k. Professor, Brünn.
Hönigsberg, Otto, Ing., Maschinen-Oberkommissär der Südbahn, Wien.
Hrásky, J. V., Reichsratsabgeordneter, a. o. Prof. d. Böhmischen Technischen Hochschule, Prag.
Kapsa, Adalbert, beh. aut. Bauing., Pilsen.
Kapsa, C. Lumir, Ingenieur, Pilsen.
Kick, Friedrich, k. k. Hofrat, o. ö. Professor, Dr. Ing. h. c., Wien.
Kink, Arthur Ritter von, Ing., Kais. Rat, Industrieller, Wien.

Digitized by Google

Kirsch, Bernhard, o. ö. Professor d. k. k. Technischen Hochschule in Wien.
Kluge, Konrad, Ingenieur, Prag.
Kodolitsch, Rich. Edl. von, k. u. k. Major, Wien.
Kotek, Franz J., Baumeister, Pilsen.
Kulka, Sigmund, k. k. Oberbaurat, Wien.
Kunze, Otto, k. k. Baurat im Handelsministerium, Wien.
Lejeune, Franz, Ingénieur. Konstrukteur am masch.-techn. Laboratorium, Wien.
Leobner, Heinrich, k. k. Regierungsrat im Ministerium für öffentliche Arbeiten, Wien.
Leon, Alfons, Dr. techn., Dozent an der k. k. Technischen Hochschule, Wien.
Ludwik, Paul, Dr. techn,, Dozent a. d. k. k. Technischen Hochschule, Wien.
Marek, Karl, k. k. Ministerialrat im k. k. Eisenbahn-Ministerium, Wien.
Mayr, Carl Hans, Ingenieur, Wien.
Melan, Josef, k. k. Hofrat, Professor a. d. Deutschen Technischen Hochschule, Prag.
Menzel, Gustav, Baumeister, Wien.
Metz, Karl, k. u. k. Hauptmann, Wien, VI., Getreidemarkt, Mil. techn. Komitee.
Müller, Anton, beh. aut. Bauingenieur, Pilsen, Königsplatz.
Müller, C. Franz, Ingenieur, Pilsen.
Panfilli, Enrico, Ingenieur, Triest.
Pfeffer, Leopold, Professor, Wien.
Pfeuffer, Franz, k. k. Oberbaurat, Zentralinspektor der priv. öst.-ung. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft, Wien.
Podhajsky, Franz, Ingenieur, Oberinspektor der priv. öst.-ung. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft, Wien.
Rabas, H., k. k. Baurat, Brünn.
Reitler, Ernst, Ingenieur, Bau-Oberkommissär der k. k. österr. Staatsbahnen, Generalsekretär des Intern. Verbandes für die Materialprüfungen der Technik, Wien.
Renezeder, Heinr., Dr. techn., k. k. Adjunkt an der Technischen Hochschule, Wien.
Saliger, Dr. Ing., o. ö. Professor der k. k. Deutschen Technischen Hochschule, Prag.
Schüler, Oscar, Ingenieur, Direktor u. Vorstand der Abteilung für Studien u. Präsidialangelegenheiten der k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft, Wien.
Stejnar, Franz, k. u. k. Oberstleutnant, k. u. k. Marine-, Land- und Wasserbaudirektor, Pola.
Stör, Albert, dipl. Ing., o. ö. Professor der k. k. Mont. Hochschule in Pribram.
Trampler, Adolf, Ingenieur, N. Ö. Landes-Baukommissär, Wien.
Trnka, Ferd., dipl. Ingenieur, k. k. Baurat im k. k. Eisenbahn-Ministerium, Wien.
Trnovsky, Johann, k. k. Baurat im k. k. Ministerium f. öffentl. Arbeiten. Wien.
Ursiny, Mich., Ingenieur, Professor d. Baumechanik a. d. k. k. Böhmischen Technischen Hochschule, Brünn.
Wehrenfennig, Ed., k. k. Baurat, Zentralinspektor der k. k. priv. öst. Nordwestbahn, Wien.
Weingärtner, Wilh., k. k. Baurat, Smichov.
Wellisch, Ferdinand, k. k. Bau-Oberkommissär der k. k. Post- und Telegraphen-Zentralleitung, Wien.
Wunderer, Friedrich, Ing., Wien.
Zweig, Heinrich, k u. k. Oberster Schiffbauingenieur, Wien.

Portugal.

Anglards, Lavialle d', Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction de la Compagnie Royale des Chemins de fer portugais, Lisbonne.
Castanheira das Neves, J. P., Ing. civil, Directeur des études et essais des matériaux de construction de l'État, Lisbonne.
Fontes Ferreira de Mesquita, João de, Ingénieur en chef du Service de la Voie et des Travaux de la Compagnie Royale des Chemins de fer portugais, Lisbonne.
Galhardo, H., Capitaine du Génie, Directeur technique de l'usine à ciment Portland artificiel »Tejo« à Alhandra, Lisbonne.
Salles Ramos da Costa, Francisco de, Colonel d'Artillerie, Directeur des usines d'artillerie à l'arsenal de l'Armée de Lisbonne, Lisbonne.

Digitized by Google

Rumänien.

Mironesco, C. M., Inspecteur général, Directeur de l'École des Ponts et Chaussées, Bucarest.

Pfeiffer, G., Dr., Professeur, Chef des Laboratoires d'essai de l'École des Ponts et Chaussées, Bucarest.

Russland.

Abramoff, N. M., Professor, Ingenieur, Vorsteher der Materialprüfungsanstalt am Don'schen Polytechnikum, Nowotscherkassk.

Alexéeff, P., Ingénieur-mécanicien, St.-Pétersbourg.

Antochine, N., Ingénieur, Membre du Conseil du génie, St.-Pétersbourg.

Belelubsky, A., Ingénieur en chef du Service de la voie, Varsovie.

Belelubsky, N., Dr.-ing., Professeur émérite, Membre du Conseil du génie au Ministère des Voies de communication, Vice-président de l'Association Internationale pour l'essai des matériaux, Directeur du laboratoire mécanique à l'Institut Impérial des ing., St.-Pétersbourg.

Madame M. Belelubsky, Secrétaire de la Section Russe de l'Association Internationale pour l'essai des matériaux, St.-Pétersbourg.

Beliaeff, N., Ingénieur-technologue, St.-Pétersbourg.

Bogousslawsky, N., Ingénieur des voies de communication, St.-Pétersbourg.

Bormann, A., Ingénieur, St.-Pétersbourg.

Czarnomsky, V., Ing., St.-Pétersbourg.

Drosdoff, Colonel, Gérant d'affaires au Comité principal de l'Artillerie, St.-Pétersbourg.

Drouginine, S., Professeur, Ingénieur des voies de communication, Gérant du Laboratoire Mécanique à l'Institut Polytechnique de St.-Pétersbourg, St.-Pétersbourg.

Eberhardt, Ingénieur, Directeur et Repr. des Usines Roudzky & Cie., Varsovie.

Ewald, V., Professeur, St.-Pétersbourg.

Gadjar, Khozro prince, Ingenieur des voies de communication, Sossnovice.

Gagarine, A. prince, St.-Pétersbourg.

Girard de Soucanton, E. Baron, Gut Kunda bei Wesenberg, Esthland.

Gratschoff, C., Ingenieur, Brjansker Hutte, Bejitza.

Jitkevitch, N., Ingénieur, Professeur à l'Académie du Génie militaire, St.-Pétersbourg.

Kareischa, S., Professeur, Ingénieur des voies de communication, St.-Pétersbourg.

Klemm, Exc., Conseiller d'État actuel, Premier Ingénieur à la Section de l'essai des commandes au Ministère des Voies de communication, St.-Pétersbourg.

Konossewitsch, F., Ingénieur des voies de communication, St.-Pétersbourg.

Koscheliaeff, Ing., Délégué du chemin de fer Riazan-Oural, Saratow.

Kroupsky, A., Prof., St.-Pétersbourg.

Lewschine, A., Ingénieur des voies de communication, St.-Abdoulino.

Lieven, O., Direktor der Zementfabrik der Gesellschaft für Zementfabrikation am Schwarzen Meere, Noworossiisk.

Loesch, V. von, Direktor der Zementfabrik »Asserine«, St.-Sonda.

Magid, Simon, Ingénieur, Berlin-Charlottenburg.

Maluga, J., Général-major du Génie militaire, Professeur, St.-Pétersbourg.

Meyer, V., Ingenieur an dem Kaiserl. Polytechnikum, Warschau.

Mikhailoff, Conseiller de Collège, Ingénieur de IIe classe à la Direction des Voies navigables et des Routes, St.-Pétersbourg.

Mischke, A., Ingénieur, Varsovie.

Modestow, N., Correspondant et Délégué du journal »Zodschy«, St.-Pétersbourg.

Mourzaieff, Conseiller de Cour, Gérant d'affaires à la Section des Voies fluviales et des Chaussées, St.-Pétersbourg.

Nekrassoff, V., Ing., St.-Pétersbourg.

Novgorodsky, D., Ingénieur, Adjoint du Laboratoire mécanique à l'Institut Impérial des ingénieurs des voies de communication, St.-Petersbourg.

Perrimonde, E., Ingénieur civil, St.-Pétersbourg, Institut des Forestiers.

Pogrébinsky, M., Ingénieur, Kiew.

RigaschesPolytechnischesInstitut, Riga.

Digitized by Google

Rosenhardt, R., Repr. des Usines de Hantke, St.-Pétersbourg.
Schmelling, Ing. civil, St.-Pétersbourg.
Schmidt, Assesseur de Collège, Ing. de IIIe classe à la Direction des Chemins de fer de l'État, St.-Pétersbourg.
Sigriste, E., Ingénieur en chef de la Section technique des Chemins de fer de Polessié, Vilna.
Sissoëff, S., Ingénieur, St.-Pétersbourg.
Suzor, P. Comte de, Académicien, St.-Pétersbourg.
Svergéévsky, M., Ingénieur civil, Secrétaire de la Société Impériale des Architectes, St.-Pétersbourg.
Szczeniowsky, S., Ingénieur, Chef du Laboratoire mécanique de la ville de Varsovie, Varsovie.
Taguéëff, Ing., Délégué du Laboratoire mécanique à l'Institut Impérial des ingénieurs des voies de communication, St.-Pétersbourg.
Tanenbaum, Conseiller d'État, Ingénieur de IIe classe, attaché au Conseil du génie au Ministère des Voies de communication, St.-Pétersbourg.
Tschernoff, D., Ingénieur-technologue, Professeur émérite, St.-Pétersbourg.
Tschiknaveroff, A. I., Ingénieur-technologue, Directeur du Laboratoire des Chemins de fer du Nord-Ouest à St.-Pétersbourg.
Vakhowsky, S., Ingénieur-technologue, Repr. des Usines Rudzky & Cie, St.-Pétersbourg.
Volkoff, V., Ingénieur des voies de communication, St.-Pétersbourg.
Welikhoff, P., Ingénieur à l'École Imp. ingénieurs à Moscou, Moscou.
Wolff, J., Ingénieur aux Usines de Goulchinsky, Sossnovice.
Zalessky, A., Ingénieur des voies de communication, Réval.
Zalessky, S., Conseiller de Collège, Ingénieur à la Section pour l'essai des chaudières de navires à vapeur, St.-Pétersbourg.
Zigler, M., Professeur, Varsovie.
Zwolinsky, A., Adjoint au Chemin de fer de Vladicaucase, St.-Pétersbourg.
Zwolinsky, N., Conseiller d'État actuel, Délégué du Ministère de l'Intérieur, St.-Petersbourg.

Finland.

Castrén Jalmar, Ingeniör, Lektor vid Tekniska Högskolan i Helsingfors, Helsingfors.
Engström, Adolf, Direktör för A B. »Sandvikens Skeppsdocka och Mek. Verkstad«, Helsingfors.
Granfelt, Aug., Bandirektör för Finlands Statsbanor, Helsingfors.
Orrman, O. A., Baningeniör, Helsingfors.
Saraoja, Emil, Ing., Lärare vid Tekn. Högskolan i Helsingfors, Helsingfors
Söderman, Karl, Ingeniör, Helsingfors.
Sourander, Gustaf, Ingeniör, Direktör för Sporvägarna i Helsingfors, Helsingfors.
Stier, K .K., Ingeniör, Helsingfors, Jernvägsstyrelsen.
Wessberg, K. R., Baningeniör, Koria.

Serbien.

Tomitch, Douchan, Ingénieur, Professeur à l'Université et Directeur de l'Institut d'essais des matériaux à l'Université de Belgrade, Belgrade.

Schweden.

Benedicks, Carl, Dr., Upsala.
Björkman, A., Ingeniör, Stockholm.
Blume, G. A., Ingeniör, Västeras.
Brinell, J. A., Fil. Dr., Öfveringeniör, Stockholm.
Cronquist, G. W., Ingeniör, Hyllinge Grufva, Hyllinge.
Dillner, G., Bergsingeniör, Stockholm.
Fraenell, C., Civilingeniör, Stockholm.
Granberg, M., Ingeniör, Göteborg.
Gustafssohn, K. G., Ingeniör, Aktiebolaget »Alpha«, Stockholm.
Heidenstam, G. von, Byraingeniör, Stockholm.
Hjorth, O., Direktör, Sandviken.
Jehander, S., Ingeniör, Glimakra, Skane.
Johansson, A., Ingeniör, Sandviken.
Kärfve, S. A., Ingeniör, Limhamn.
Lindahl, P. Ax., Öfverstelöjtnant, Chef för Arméns Kasernbyggnader, Stockholm.

Digitized by Google

Lindström, S., Ingeniör, Föreståndare för Chalmerska Institutets Materialprofningsanstalt, Göteborg.
Linton, O., Byraingeniör, Stockholm.
Malmberg, G., Ingeniör, Kohlswa.
Roos af Hjelmsäter, J. O., Föreståndare för Materialprofningsanstalten i Stockholm, Stockholm.
Sharengrad, W. de, Ingeniör, Lomma.
Stille, F., Byraingeniör, Repr. för Kungl. Jernvägsstyrelsen, Stockholm.
Svedberg, I., Öfveringeniör, Billesholms Grufva.
Tausen, A., Byrådirektör, Stockholm.
Wahlberg, A., Direktör, Fagersta.

Schweiz.

Amsler, Alfred, Dr., in Firma J. Amsler-Laffon & Sohn, Maschinenfabrik, Schaffhausen.
Auer, Conrad, Betriebschemiker der Cement- und Kalkfabriken R. Vigier, A.-G., Luterbach.
Bertschinger, A., Präsident der Kreisdirektion III der schweizerischen Bundesbahnen, Präsident der Gesellschaft ehemaliger Studierender am eidg. Polytechnikum in Zürich, Zürich.
Bolliger, O., Kontroll-Ingenieur, Bern.
Brosi, U., a. Oberförster, Solothurn.
Brunner, Ed., Abteilungsvorsteher für die mechanisch-technischen Arbeiten der eidg. Materialprüfungsanstalt, Zürich.
Dommer, A., Ingénieur, Professeur a l'Université de Lausanne, École d'Ingénieurs, Lausanne.
Du Pasquier, L., Administrateur-délégué de la Société des Usines de Grandchamp et de Roche, Grandchamp.
Frey, R., Direktor der Cement- u. Kalkfabriken R. Vigier, A.-G., Luterbach.
Haas, A., Fabriksdirektor, Präsident des Vereines schweizerischer Cement-, Kalk- und Gipsfabrikanten, Dittingen.
Keller, Ober-Maschineningenieur der schweizerischen Bundesbahnen, Bern.
Maillart, Robert, Ingenieur in Firma Maillart & Cie., Zürich.
Meier, Robert, Ing., Generaldirektor der L. von Rollschen Eisenwerke in Gerlafingen, Gerlafingen.
Meyer, F., Ingenieur der Firma Gebr. Sulzer, Winterthur.
Müller, Ed., Oberst, Chef der kriegstechn. Abteilung des eidg. Militärdepartements, Bern.
Schmid, A., Dr, Chemiker der A.-G., der Maschinenfabriken von Escher, Wyß & Co., Zürich.
Schüle, F., Professor am eidg. Polytechnikum und Direktor der eidg. Materialprüfungsanstalt, Zürich.
Steiger, A. v., Ing., Vorstand der Ober-Baumaterialverwaltung der schweizerischen Bundesbahnen, Bern.
Steinbrunner, A., Direktor, Zürich.
Vogt, Oberingenieur der schweizerischen Bundesbahnen, Bern.
Weber, Julius, Ing., Direktions-Präsident der schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik, Winterthur.
Weiss, P., Dr., Professor am eidg. Polytechnikum in Zürich, Zurich
Ziegler, Hch., Hauptmann, Chef der Munitionskontrolle, Thun.
Zurlinden, Ferd. Kaufmann, Aarau.

Spanien.

Banús y Comas, Carlos, Colonel du Génie, Directeur du »Laboratorio del Material de Ingenieros«, Madrid.
Gálvez-Cañero, Augusto de, Ingénieur des Mines, Madrid.
Marva y Mayer, J., Général du Génie, Chef de section au Ministère de la Guerre, Membre de l'Académie Royale des Sciences exactes, physiques et naturelles, Madrid.
Oliver y Roman, B., Ing., Madrid.
Rio y Joan, Francisco del, Capitaine du Génie, du »Laboratorio del Material de Ingenieros«, Madrid.
Zafra, J. M. de, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur à l'»Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos«, Madrid.

Digitized by Google

Ungarn.

Allender, Heinrich, Kgl. ung. Ober-Bergrat, Eisen- und Stahlwerkschef, Zólyom-Brezó.

Bálint, Béla, Dipl. Maschineningenieur, Budapest.

Bálint, Nicolaus, Zentralinspektor der Österr.-ung.-Staatseisenbahn-Gesellschaft (Domänendirektion), Resiczabánya.

Barlai, Béla, Dr., ord. Professor a. d. montan. Hochschule, Selmeczbánya.

Bartel, J., Obering. d. Rimamurány-Salgó-Tarjáner Eisenwerke A.-G., Budapest.

Beer, Alfréd, Oberingenieur d. Königl. ung. Staatseisenbahnen, Budapest.

Beke, Josef, Kgl. ung. Baurat, Budapest.

Bermann, Max, Oberingenieur d. Kgl. ung. Staatseisenbahnen, Budapest.

Boehm, August, Ingenieur der Königl. Haupt- und Residenzstadt Budapest, Budapest.

Bresztovszky, Béla v., Dr. Ing., Privatdozent der techn. Hochschule, Budapest.

Breuer, Moriz, Direktor der K. k. priv. Südbahn, Budapest.

Czakó, Adolf, Professor, Budapest.

Eder, Robert, Oberinspektor im Vorstand der Maschinen-Abteilung der K. k. priv. Kaschau — Oderberger Eisenbahn, Budapest.

Edvi Illés, Aladár de, Sektionsrat d. Königl. ung. Handelsministeriums, Budapest.

Fábry, Alfréd, Oberinspektor d. K. k. priv. Kaschau-Oderberger-Eisenbahn, Budapest.

Faller, Carl, Hochschulprofessor und Königl. ung. Ober-Bergrat, Selmeczbánya.

Förster, Ferdinand v., Ministerialrat, Budapest.

Gállik, Stefan, Königl. ung Baurat des Kgl. ung. Handelsministeriums, Budapest.

Geduly, Julius, Ministerialrat, Baudirektor der Königl. ung. Staatseisenbahnen, Budapest.

Grittner, Albert, Inspektor d. Königl. ung. Staatseisenbahnen, Budapest.

Jachzel, Joachim, Betriebsleiter der Ungarischen Asphalt A.-G., Tataros b. Mező-Telegd.

Just, Franz, Oberingenieur der Königl. ung. Staatseisenbahnen, Verkehrschef, Győr.

Kelényi, Edmund, Ingenieur, Inspektor der Königl. ung. Staatseisenbahnen, Budapest.

Kossalka, Jean, Königl. ung. Baurat des Kgl. ung. Handelsministeriums, Budapest.

Kreiker, Gustav, Obering., Szeged.

Ladányi, Eugen, Gewerbeinspektor, Budapest.

Langfelder, Carl, Maschineningenieur, Maschinenfabrikant, Budapest.

Löwenstein, Arnold, Direktor der »Pallas« litter. und Druckerei A.-G., Budapest.

Maróthy, Koloman, de Maróth-egyháza, K. u. k. Militär-Bauingenieur, Budapest.

Maurer, Moritz, Oberinspektor der Königl. ungar. Staatseisenbahnen, Budapest.

Misángyi, Wilhelm, Dr. Ing., Ingenieur der Königl. ung. Staatseisenbahnen, Budapest.

Moskovits, Maximilian, Maschineningenieur, Fabrikenbesitzer, Nagyvárad.

Nagy, Desider v., Königl. ung. Hofrat, Professor, Budapest.

Rejtő, A., Kgl. ung. Hofrat, Professor, Budapest.

Riedl, Karl, Oberingenieur der Königl. ung. Staatseisenbahnen, Vertreter derselben, Budapest.

Rózsa, Michael, Direktor der Ungarischen Asphalt Actiengesellschaft, Budapest.

Salkovits, Charles de, Ingénieur en Chef du Conseil supérieur des Travaux publics métropolitains, Budapest.

Sátori, Moritz, Zementmörtel- u. Gipsfabrikant, Budapest.

Sobó, Eugen, Königl. ung. Ober-Bergrat, Professor an der Königl. Hochschule für Berg- und Forstwesen, Selmeczbánya.

Szivós, Julius, Oberingenieur der Königl. Haupt- und Residenzstadt Budapest, Budapest.

Szlabey, Ernest, Direktor der Königl. ung. Staatseisenbahnen, Budapest.

Weisinger, Georg, Steinmetzmeister, Budapest.

Zielinszki, Szilárd, Dr., Professor an der techn. Hochschule, Budapest.

Digitized by Google

Vereinigte Staaten von Nordamerika.

Dudley, Chas. B., President of the American Society for Testing Materials, Altoona, Pa

Fry, Lawford H., Technical Representative, Baldwin Locomotive Works, Paris.

Hatt, William K., Civil Engineer, Professor, Department of Agriculture, Lafayette, Ind.

Humphrey, Richard L., Consulting Engineer, Philadelphia Pa.

Moldenke, Richard, Dr., Secretary-Treasurer, Watchung, N. J.

Olsen, Tinius, Manufacturer of Testing Machines and Presses, Philadelphia, Pa.

Richards, Joseph W., Prof., Lehigh University, South Bethlehem, Pa.

Stephenson, H. Oddgeir, St. Louis, Mo.

Talbot, Arthur N., Professor of Municipal and Sanitary Engineering University of Illinois, Urbana, Ill.

Webster, W. R., Civil Engineer, Philadelphia.

Wood, Walter, Cast-Iron Pipe Manufacturer, Philadelphia, Pa.

Digitized by Google

LISTE DER TEILNEHMENDEN DAMEN.

Argentinien.

Mme. Rapelli, Buenos Aires.

Belgien.

Mme. Hilda Greiner, Seraing.
Mlle. Gabrielle Massart, Liège.
Mlle. Aline Nepper, Liège.

Dänemark.

Fru Arkitekt Ambt.
» Generaldirektör Ambt, Hellerup.
» Ingeniör Arboe, Köbenhavn.
» Direktör Berg, Aalborg.
» Etatssoodinde Bloom.
» Driftsbestyrer Boeck-Hansen, Aalborg.
» Ingeniör Boje, Köbenhavn.
» Ingeniör Bonde, Hellerup.
» Direktör Brodersen, Köbenhavn.
» Direktör Busse, Köbenhavn.
» Ingeniör Carlsen, Köbenhavn.
» Professor Christensen, Kbhvn.
» Landbrugskd. Christensen, Köbenhavn.
» Direktör K. Christensen, Aalborg.
» Ingeniör Christiani, Hamburg.
» Ingeniör Davidsen, Hellerup.
» Ing. van Elzelingen, Hellerup.
Frk. van Elzelingen, Hellerup.
Fru Ingeniör Engelhart, Hellerup.
» Direktör Faber, Hellerup.
» Ingeniör Alex. Foss, Valby.
Frk. Guimarais, Köbenhavn.
Fru Direktör Hagemann, Köbenhavn.
» Grosserer Halberstadt, Kbhvn.
» Professor Hannover, Köbenhavn.
» Bygningsinspektör Heinr. Hansen, Köbenhavn.
» Konsul Heineken, Köbenhavn.
Frk. Heineken, Köbenhavn.
Fru Direktör V. Helper, Köbenhavn.
Fru Baneingeniör Hiort-Lorenzen, Struer.
» Direktör H. C. Holm, Köbenhavn.
» Driftsbestyrer Holten Andersen, Uttrupgaard pr. Nörresundby.
» Ingeniör Hummel, Köbenhavn.
Frk. Hummel, Köbenhavn.
Fru Stadsingeniör Höeg, Aalborg.
» Ingeniör Jarl, Köbenhavn.
» Ingeniör Jensen, Köbenhavn.
» Telefondirekt. Johannsen, Kbhvn.
» Oberstlöjtnant C. Juul, Köbenhavn.
» Afdelingsingeniör Karsten, Kbhvn.
» Direktör Krog, Köbenhavn.
» Ingeniör Kähler, Köbenhavn.
» Ingeniör Poul Larsen, Kbhvn.
Frk. Paula Larsen, Köbenhavn.
» Johanne Larsen, Köbenhavn.
Fru Ingeniör Lorenz, Köbenhavn.
» Ingeniör Lundbye, Köbenhavn.
» Stadsingeniör Lundbye, Korsör.
» Entreprenör G. Lutz-Petersen, Köbenhavn.
Frk. Mangor.
Fru Borgmester Marstrand, Kbhvn.
» Telegrafdirektör Meyer, Köbenhavn.
» Laboratorieforstander Meyer, Köbenhavn.
Frk. Michaelsen, Köbenhavn.
» Mogensen, Köbenhavn.
Fru Ingeniör Monberg, Köbenhavn.
» Ingeniör Münter, Vassingeröd.

Digitized by Google

Fru Ingeniörkaptajn Möhl, Köbenhavn.
» Ingeniör Möller, Hellerup.
» Direktör Möller, Hobro.
» Munck.
» Havnebygmester Möller, Kbhvn.
» Ingeniör Neergaard, Köbenhavn.
» Ingeniör Nyeboe, Charlottenlund.
» Oehlenschläger.
» Stenhuggermester L. F. Olsen, Köbenhavn.
» Ingeniör Pedersen, Köbenhavn.
» Ingeniörkaptajn Petersen, Kbhvn.
Frk. Valborg Petersen, Köbenhavn.
Fru Driftsbestyrer Petersen, Lemvig.
Frk. Ellen Petersen, Lemvig.
Fru Ingeniör Raaschou, Köbenhavn.
» Raaben.
Frk. Ramsing, Köbenhavn.
Fru Ingeniörkaptajn Reck, Hellerup.
» Ingeniör Riisager, Köbenhavn.
» Ingeniör Rump, Köbenhavn.
» Professor Rung, Hellerup.
» Ingeniör J. Saabye, Köbenhavn.
Frk. Saabye.
Frk. Saabye.
Fru Ingeniör Sardemann, Aarhus.
» Sporvejsdirektör Schmidt, Aarhus.
» Ingeniör Schöller, Köbenhavn.
» Smedemester Seifert, Köbenhavn.
» cand. polyt. Simonsen, Kbhvn.
» Ingeniör Smidth, Köbenhavn.
Frk. Karen Smidth, Köbenhavn.
Fru Ing. Sonne.
» Professor Steenberg, Köbenhavn.
» Ingeniör Steenstrup, Aalborg.
» Ingeniör Stenbjörn, Holte.
» Docent Suenson, Köbenhavn.
» Direktör Svanholm, Köbenhavn.
» Arkitekt Tvede, Köbenhavn.
» Stadsingeniör Voigt, Köbenhavn.
» Ingeniör Werner, Köbenhavn.
» Direktör Westergaard, Kbhvn.
» Belysningsdir. Windfeld-Hansen, Köbenhavn.
» Direktör Winslöw, Kobenhavn.
Frk. Clara Wolff, Aalborg.
Fru Stadsarkitekt Wright, Köbenhavn.
» Vanddirektör Öllgaard, Kbhvn.

Deutschland.

Frau Dr. Bruhn, Charlottenburg.
» Dr. Rud. Dyckerhoff, Biebrich a. Rh.
» Dr. Aug. Dyckerhoff, Biebrich a. Rh.
» Professor Eichhoff, Berlin, Charlottenburg.
» Dr. Framm, Karlshorst b. Berlin.
» Geheimer Ober-Baurat W. Germelmann, Berlin.
» Dr. Franz Hochstetter, Berlin.
» Geheimer Baurat J. Homilius, Dresden.
» Regierungs- und Baurat Labes, Berlin.
Frau Fabrikant Otto Leube, Ulm a. d. Donau.
» Regierungs-Baumeister G. Linde, Berlin.
» Professor M. Möller, Braunschweig.
Frl. Wilhelmine Möller, Braunschweig.
Frau Dr. Müller, Kalkberge (Mark).
» Dr. Paul Prüssing, Schönebeck a. d. Elbe.
» Ing. Schneider, Groß-Lichterfelde.
Frl. P. Siber, Stettin-Bredow.
Frau Dr. Tannhäuser, Berlin.
» Baurat Wendemuth, Hamburg.
» Baurat Weyrich, Hamburg.

Finland.

Fröken Sigrid Engström, Helsingfors.
Fröken Mary Orrman, Helsingfors.

Frankreich.

Mme. Bonet, Lille.
» Breuil, Paris.
» Cellerier, Paris.
» G. Charpy, Montluçon (Allier).
» Chaumonot, Mont-St-Jean (Côte-d'Or).
» Feret, Boulogne-sur-mer (Pas-de-Calais).
» Veuve Fontaine, Paris.
» Huillier, Paris.
Mme. Kammerer, Mulhouse.
» Leduc, Gagny (Seine-et-Oise).
» Lonquéty, Paris.
» Maurial, Paris.
Mlle. Maurial, Paris.
Mme. Rabut, Paris.
Mlle. Rabut, Paris.
Mme. Saladin, Paris.
» Simonot, Cherbourg.

Digitized by Google

Großbritannien.

Mrs. Gulliver, Edinburgh.
» Hethey, Salisbury House, London Wall, E. C.
» Kirkaldy, London, S. E.
Miss Randall, Summer Court, Shooter's Hill, Kent.
Mrs. Rapelli, London.
» Rees, Swansea.
» Sachs, London, S. W.
» Sharrock, West Thurrock.
» Smith, Ealing.

Italien.

Mme. Fred. Giolitti, Triest.
« Emma Revere, Milan.
» Lina Scifoni, Rome.
Mme. la comtessa Marina Nicolis de Robillant, Turin.

Niederlande.

Frau A. Bienfait-Gallé, Amsterdam.
Frl. A. P. Burgdorffer, Rotterdam.
Frau Inckel Quispel, Haag.
» E. J. L. F. Raaymaakers van der Noordaa, Ede.
Frau B. E. Rutgers-Mees, Rotterdam.
Frl. van Hooru-Jonssen.
Frau A. M. v. d. Steen v. Ommeren-Hallo, Haag.

Norwegen.

Fru Kemiker Joh. Gram, Kristiania.
» Murermester Ernst Hanssen, Bergen.
Frk. Thekla Hiorth, Kristiania.
Fru Disponent H. Musculus, Kristiania.
Fru Kemiker Simonsen, Kristiania.
» Bygmester Thorstensen, Skien.
» Ingeniör Thorwald Wetlesen, Kristiania.

Österreich.

Frau Marie von Arlt, Wien.
» Ober-Baurat Fritz Edler von Emperger, Wien.
Frl. Elga von Emperger, Wien.
Frau Gem.-Rat Fleischhacker, Brünn.
» Oberbaurat Karl Haberkalt, Wien.
Frl. Hermine Hanisch, Wien.
» Adele Hönigsberg, Wien.
» Dr. Clara Hönigsberg, Wien.
Frau Bauingenieur C. Lumir Kapsa, Pilsen.
Frau Ingen. Arthur Ritt. v. Kink, Wien.
» Major R. Edl. v. Kodolitsch, Wien.
» Prof. Bernhard Kirsch, Wien.
» Ingenieur Kluge, Prag.
» Ministerialrat Karl Marek, Wien.
» Hofrat Josef Melan, Prag.
» Bauingenieur Ant. Müller, Pilsen.
» Ingenieur Enrico Panfilli, Triest.
» Prof. Leopold Pfeffer, Kopenhagen.
» Minna Stiger, Wien.
» Malvine Wechsler, Wien.

Russland.

Mme. A Czarnomska, St.-Pétersbourg.
» M. Drouginine, St.-Pétersbourg.
» la princesse M. Gagarine, St.-Pétersbourg.
Mlle. la princesse S. Gagarine. St.-Pétersbourg.
Mme. A. v. Loesch, St.-Sonda.
» C. Nekrassoff, St.-Pétersbourg.
» la comtesse S. de Suzor, St.-Pétersbourg.
Mme. Nowgorodsky, St.-Pétersbourg.
» A. Tanenbaum, St.-Pétersbourg.
» A. Tschernoff, St.-Pétersbourg.
» V. Welikhoff, Moscou.
» Zigler, Varsovie.
» S. Zwolinsky, St.-Pétersbourg.
Mlle. S. Zwolinsky, St.-Pétersbourg.
» S. Zwolinsky, St.-Pétersbourg.
» H. Zwolinsky, St.-Pétersbourg.
» V. Zwolinsky, St.-Pétersbourg.

Digitized by Google

Schweden.

Fru Ingeniör A. Björkman, Stockholm.
» Ingeniör Johansson, Sandviken.
» Öfverstelöjtnant Lindahl, Stockholm.
» Byraingeniör Linton, Stockholm.
» Ingeniör de Skarengrad, Lomma.
Fru G. Scholander-Lundén, Billesholm.
» Öfvering. Svedberg, Billesholms Grufva.
» Direktör Wahlberg, Fagersta.

Schweiz.

Frau Dr. Amsler, Schaffhausen.
» Direktor Frey, Luterbach.
Frau Maillart, Zürich.

Spanien.

Mme. Carlos Banús, Madrid.
» de Gálvez-Canero, Madrid.
Mme. de Zafra, Madrid.
Mlle. de Zafra, Madrid.

Ungarn.

Frau Zentralinspektor Nicolaus Bálint, Resiczabánya.
» Oberingenieur J. Bartel, Budapest.
» Oberingenieur Max Bermann, Budapest.
» Direktor Moriz Breuer, Budapest.
» Betriebsleiter Joachim Jachzel, Tataros.
» Oberingenieur Franz Just, Györ.
» Ing. Edmund Kelényi, Budapest.
Frau Oberingenieur Kreiker, Szeged.
» Ingenieur Langfelder, Budapest.
» Direktor Löwenstein, Budapest.
» Ingenieur Maróthy, Budapest.
» Ing. Maximilian Moskovits, Nagyvárad.
» Hofrat Rejtő, Budapest.
» Oberingenieur Szivós, Budapest.
» Professor Zielinski Szilárd, Budapest.

Vereinigte Staaten von Nordamerika.

Mrs. Dudley, Altoona.
» Tinius Olsen, Philadelphia.
» Henrik Bertelsen, Copenhagen.
Miss Anniet Pugh, Altoona.
Mrs. Talbot, Urbana.

Digitized by Google

Erste Vollversammlung, Dienstag, den 7. September.

Abgehalten im Festsaal der königlichen Universität.

Beginn der Sitzung: 10 Uhr vormittags.

Der König und die königliche Familie wohnen der Eröffnungssitzung in einer Festloge bei. Es sind ferner anwesend Seine Exz. der Ministerpräsident, H. Graf Holstein-Ledveborg, ferner die Ehrenmitglieder des Kongresses: Seine Exz. der Minister des Innern, H. Klaus Berntsen, Seine Exz. der Minister für Landesverteidigung, H. J. C. Christensen, Seine Exz. der Minister des Äußern, H. Graf C. W. Ahlefeldt-Laurvingen, der Oberpräsident der Stadt Kopenhagen, H. Oldenburg, ferner der Rector Magnificus der Universität H. Professor Dr. C. Torp, die Vertreter der Regierungen und die anderen Delegierten und Kongreßmitglieder, welche den weiten Saal bis auf das letzte Plätzchen füllen. Auch die Galerie ist von einem distinguierten Publikum voll besetzt. Der akademische Studentenverein trägt eine von Herrn Bógh zur Feier dieses Tages gedichtete und komponierte Kantate vor, welche die Sitzung stimmungsvoll einleitet.

Der **Verbandspräsident Herr Foß** besteigt die Rednertribüne und bittet Seine königliche Hoheit den Kronprinz Christian als Ehrenpräsident des Kongresses das Wort zu ergreifen.

Seine königliche Hoheit Kronprinz Christian:

»Die Wichtigkeit der »Materialprüfung« ist, wie man »sagen darf, in allen Ländern anerkannt. Die Regierungen »selbst haben die Kontrolle der Materialien in die Hand »genommen, um deren gute Qualität zu sichern. Wenn »diese Prüfungsverfahren durch einen internationalen Kongreß »behandelt werden, so ist dies nur ein neuer Beweis für die »Solidarität der Nationen, welche im Interesse des Friedens

Digitized by Google

»darauf Wert legen, auf diesem Gebiete wie auf vielen »anderen gemeinsam zu arbeiten.«

»Die Beteiligung an diesem Kongreß ist hierfür ein »deutlicher Beweis: es genügt bloß, auf die große Zahl »hervorragender Mitglieder aller Länder hinzuweisen, welche »wir hier versammelt sehen.«

»Im Namen meiner Landsleute heiße ich Sie will»kommen und ich füge den Wunsch bei, daß die Ergeb»nisse der Verhandlungen über die auf der Tagesordnung »verzeichneten Fragen recht befriedigende sein mögen.«

»Indem ich diesem Wunsch Ausdruck gebe, erkläre »ich im Namen Seiner Majestät des Königs, des hohen »Protektors, den V. Internationalen Kongreß für die Material»prüfungen der Technik als eröffnet.« (Brausender Beifall.)

Der **Verbandspräsident Herr Foß** ergreift hierauf das Wort zu folgendem Geschäftsbericht:

Eure Majestäten!
Eure königlichen Hoheiten!
Hochgeehrte Versammlung!

Im Namen des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik und besonders im Namen der Mitglieder dieses Kongresses bringe ich hiermit Eurer Majestät den wärmsten Dank zum Ausdruck für die hohe Ehre, die uns dadurch zu teil geworden ist, daß Eure Majestät das Protektorat des Kongresses zu übernehmen und dieser Eröffnungssitzung beizuwohnen geruht haben.

Die Aufgaben unseres Verbandes, — die hoffentlich durch diesen Kongress in wesentlichem Grade ihrer Lösung näher gebracht werden, — die internationale Vereinheitlichung der Prüfungsmethoden für Bau- und Konstruktionsmaterialien aller Art, sind für die Ingenieurwissenschaft und damit für die großen technischen Fortschritte der Gegenwart von größter Wichtigkeit und sind doch andererseits der großen Öffentlichkeit weniger zugänglich. Es ist daher für unseren Verband desto wertvoller, daß diesem Kongreß von so hoher Seite mit Interesse begegnet und uns damit die Aufgabe erleichtert wird, die Öffentlichkeit für unsere Bestrebungen zu gewinnen.

Digitized by Google

Die hier versammelten Ingenieure aus allen Ländern der Welt danken Eurer Majestät für das unseren Aufgaben und unserer Tätigkeit erwiesene Interesse.

Meine Herren, lassen Sie uns diese Gefühle zum Ausdruck bringen, indem Sie mit mir in ein Hurra für Seine Majestät den König von Dänemark einstimmen.

Es lebe Seine Majestät der König Frederik! (Die Versammlung bringt ein dreifaches Hurra aus.)

Ich danke ferner im Namen des Verbandes Ihrer Majestät der Königin und der hohen königlichen Familie für Ihre Anwesenheit. Ich danke Eurer königlichen Hoheit für die Übernahme des Ehrenpräsidiums des Kongresses und für das Willkommen, das Eure königliche Hoheit soeben den anwesenden Mitgliedern des Kongresses in so gnädiger und freundlicher Weise gesagt haben.

Ich danke unseren Ehrenmitgliedern, dem Herrn Minister des Äußeren, dem Herrn Minister des Inneren, dem Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten und dem Herrn Minister der nationalen Verteidigung für die Unterstützung, die uns zuteil geworden, den Herren Präsidenten des Landsthings und des Folkethings für die vom Reichstag gewährte Hilfe, dem Herrn Oberpräsidenten von Kopenhagen für die seitens der Stadt Kopenhagen erwiesenen, überaus wichtigen Dienste. Ohne das von allen diesen Seiten erwiesene Wohlwollen wäre es dem Organisationskomitee nicht möglich gewesen, die nötigen Arbeitsbedingungen für den Kongreß zu schaffen.

Ich begrüße im Namen des Verbandes die so zahlreich anwesenden Delegierten von Regierungen und spreche die Hoffnung aus, daß Sie, meine Herren, von den Arbeiten des Kongresses, von der großen Bedeutung unserer Aufgabe, einen lebhaften Eindruck mit nach Hause bringen werden, so daß gerade die Regierungen uns in steigendem Maße zur Erreichung unseres Zieles verhelfen werden.

Im Namen des Vorstandes wende ich mich endlich an die Mitglieder des Verbandes, an die vielen zu unserem Verband gehörenden Vertreter von Behörden und Körperschaften, wie an alle Einzelmitglieder, um Ihnen für Ihre rege Teilnahme und Ihr so zahlreiches Erscheinen zu danken.

Die Anwesenheit von etwa 900 Mitgliedern, wovon an 700 dem Auslande angehören, eine wesentlich größere Zahl, als die

Digitized by Google

der früheren doch so zahlreich besuchten Kongresse, ist für die weitere Entwicklung unserer Arbeit ein sehr erfreuliches Zeichen.

Besonders begrüße ich die rege Teilnahme von englischer Seite; es muß eine der wichtigsten Aufgaben dieses Kongresses sein, die Zusammenarbeit auf diesen Gebieten zwischen der kontinentalen europäischen und der englischsprechenden Welt zu befestigen und zu vertiefen.

Seit dem so ausgezeichnet verlaufenen IV. Kongreß in Brüssel im Jahre 1906 ist der Internationale Verband für die Materialprüfungen der Technik nicht stillgestanden, sondern hat sich kräftig weiter entwickelt.

In allen Ländern wird von hervorragenden Forschern und Ingenieuren eifrig auf unserem Gebiete gearbeitet. Der durch unseren Verband so außerordentlich verstärkte Austausch von Ansichten und Erfahrungen hat diese Forschungen nur angespornt. So sehen wir auch, daß die nationalen Verbände eine erhöhte Tätigkeit aufweisen und daß neue große nationale Verbände in Italien, Österreich und Rußland entstanden oder im Entstehen begriffen sind.

Keineswegs ist aber dadurch die Bedeutung des Internationalen Verbandes verringert worden; vielmehr gewinnt dadurch die Erkenntnis von der Bedeutung der Vereinheitlichung der Prüfungsmethoden und Prüfungsansprüche immer weiteren Boden.

Wie energisch von vielen ausgezeichneten Kräften aller Länder für die Aufgaben des Verbandes gearbeitet wird, ersehen wir aus der großen Anzahl wertvoller Monographien, die sich mit den wichtigsten Fragen der Materialprüfung beschäftigen und die sich bereits in Ihren Händen befinden.

Die von unserem Verbande geschaffenen internationalen Kommissionen zur Lösung der einzelnen Aufgaben, die uns obliegen, haben in den verflossenen drei Jahren ihre Arbeit fortgesetzt. Die dem Kongreß vorgelegten Kommissionsberichte zeigen, wie manche Fragen ihrer Lösung näher gebracht sind; unter ihnen befinden sich Vorschläge, deren Annahme seitens des Kongresses ohne Zweifel wichtige Folgen haben wird. Ich denke u. a. an die Arbeit der Kommission 1, welche der Aufstellung von internationalen Lieferungsbedingungen für Eisen und Stahl gewidmet ist.

Digitized by Google

Über die Tätigkeit des Vereinsvorstandes liegt schon ein gedruckter Bericht vor. Ich erlaube mir bezüglich der Einzelheiten auf diesen zu verweisen. Nur einen Punkt erlaube ich mir besonders hervorzuheben: Die Schaffung einer in drei Sprachen herausgegebenen Vereinszeitschrift. Es ist dadurch nicht allein ein wichtiges Band zwischen den Mitgliedern des Verbandes geschaffen, sondern eine internationale Zeitschrift, die allgemein von wissenschaftlicher und technischer Bedeutung zu werden verspricht.

Die erhöhte Tätigkeit des Verbandes und nicht am wenigsten die Herausgabe der Zeitschrift werden immer wachsende Ansprüche an die zur Verfügung stehenden Geldmittel stellen. Mit der sehr bescheidenen Jahresgebühr wird der Verband — trotz der steigenden Anzahl von Mitgliedern — in der Zukunft nicht auskommen. Der Vorstand hat deshalb gestern beschlossen, den so bescheidenen Jahresbeitrag von $7\frac{1}{2}$ Fr. auf 10 Fr. zu erhöhen.

Die eigentlichen Arbeiten unseres Kongresses finden in drei Sektionen statt. Ich habe die Ehre, Ihnen folgende Ehrenfunktionäre vorzuschlagen:

Ehrenschriftführer der Vollversammlung.

H. Brignon, Colonel, Directeur des Ateliers de l'Artillerie à Puteaux.

H. P. D. C. Kley, Professor der techn. Hochschule, Delft.

M. G. C. Lloyd, Seretary of the Iron and Steel Institute, London.

H. A. Greil, Baurat, Leiter der städtischen Versuchsanstalt in Wien.

Ehrenpräsidenten der Sektionen.

Sektion A (Metalle).

Belgien: *Léon Thirionet,* Ing. en chef, Directeur des Chemins de fer de l'Etat Belge, Bruxelles.

Dänemark: *G. A. Hagemann,* Direktor der technischen Hochschule, Kopenhagen.

Deutschland: Dr. *H. Zimmermann,* Wirkl. Geheimer Oberbaurat, Berlin.

Frankreich: *H. Le Chatelier,* Inspecteur général des Mines, Membre de l'Académie des Sciences de l'Institut de France, Paris.

Digitized by Google

Großbritannien: *J. E. Stead,* F. R. S., Middlesborough.
Holland: *J. Schroeder van der Kolk,* Reichsingenieur, s'Gravenhage.
Italien: *St. Fadda,* Ingénieur-Directeur, Rome.
Norwegen: *I. E. Gunstensen,* Direktor der technischen Lehranstalt in Trondhjem.
Österreich: Se. Exz. Dr. *Wilhelm Exner,* Geheimrat, Sektionschef, Wien.
Rußland: Exz. *D. Tschernoff,* Professor, St. Petersburg.
Schweden: *J. Brinell,* Oberingenieur, Stockholm.
Schweiz: *Julius Weber,* Direktionspräsident der schweizerischen Lokomotivfabrik, Winterthur.
Ungarn: *Geduly Gyula,* Ministerialrat, Direktor der kgl. ungar. Staatsbahnen, Budapest.
Vereinigte Staaten von Nordamerika: *W. R. Webster,* Consulting Engineer, Philadelphia.

Sektion B (Steine, Zemente etc.).

Belgien: *E. Van Volsom,* Ingenieur, Bruxelles.
Dänemark: *H. C. V. Möller,* Präsident des technischen Vereines, Hafenbaumeister, Kopenhagen.
Deutschland: *W. Germelmann,* Geheimer Oberbaurat, Berlin.
Frankreich: *R. Feret,* Directeur du Laboratoire des Ponts et Chaussées, Boulogne-sur-M.
Großbritannien: *Edwin O. Sachs,* F. R. S., London.
Holland: *M. Raaymakers,* Capitaine du Génie, Haag.
Italien: *Claudio Segré,* Ing. Directeur auprès des Chemins de Fer de l'Etat, Rome.
Norwegen: *J. H. L. Vogt,* Professor, Christiania.
Österreich: Dr. *Franz Berger,* Sektionschef, Wien.
Rußland: *W. Czarnomsky,* Ingénieur, Conseiller d'Etat, St. Petersbourg.
Schweden: *P. Axel Lindahl,* Oberstleutnant, Stockholm.
Schweiz: *A. Haas,* Direktor, Präsident des schweizerischen Zementfabrikanten-Vereines, Dittingen.
Ungarn: *Désider v. Nagy,* Hofrat, Professor, Budapest.
Vereinigte Staaten von Nordamerika: *R. L. Humphrey,* Consulting Eng., Philadelphia.

Digitized by Google

Sektion C (Diverses).

Belgien: *E. Camerman,* Chef de Services des Essais des Chemins de fer de l'Etat Belge, Bruxelles.
Dänemark: *N. G. Steenberg,* Präsident des dänischen Ingenieur-Vereines, Prof., Kopenhagen
Deutschland: *Veith,* Wirkl. Geheimer Oberbaurat, Berlin.
Frankreich: *F. Cellerier,* Directeur du Laboratoire d'Essais du Conservatoire national des Arts et Métiers, Paris.
Großbritannien: *J. T. Milton,* Delegate of Lloyd's Register of British & Foreign Shipping, London.
Holland: *A. J. M. Stoffels,* Direktor der Baupolizei, s'Gravenhage.
Norwegen: *E. Simonsen,* Chemiker, Christiania.
Österreich: *Heinrich Zweig,* k. u. k. Oberster Schiffsbauingenieur, Wien.
Rußland: *A. Kroupsky,* Prof., St. Petersburg.
Schweiz: *Keller,* Oberingenieur der schweizerischen Bundesbahnen, Bern.
Ungarn: *A. Grittner,* Inspektor der kgl. ungar. Staatseisenbahnen, Budapest.
Vereinigte Staaten von Nordamerika: *W. K. Hatt,* Prof., Purdue University, Lafayette.

Ehrenschriftführer der Sektionen.

Sektion A (Metalle).

Belgien: *A. Galopin,* Sous-Directeur de la Fabrique Nationale d'Armes de Guerre, Liège.
Deutschland: Prof. Dr. *E. Meyer,* Techn. Hochschule, Charlottenburg.
Großbritannien: *Walter Rosenhain,* National Phys. Laboratory Teddington.
Holland: *P. Maas Geesteranus,* Oberingenieur der Holländischen Eisenbahngesellschaft, Amsterdam.
Italien: *F. Giolitti,* Dr., Prof. de l'Université de Turin.
Norwegen: *Chr. Storm,* Sektionsingenieur, Trondhjem.
Rußland: Exz. *Klemm,* Staatsrat, St. Petersburg.
Schweiz: Prof. Dr. *P. Weiß,* Eidg. Polytechnikum, Zürich.
Ungarn: Dr. *W. Misángyi,* Ingenieur, Budapest.

Digitized by Google

Sektion B (Zemente).

Belgien: *Em. Hiertz,* Chef de Service des Hauts-Fourneau, Cockerill, Seraing.

Deutschland: *Max Möller,* Prof., Techn. Hochschule, Braunschweig.

Holland: *J. A. v. d. Kloes,* Professor der techn. Hochschule in Delft.

Italien: *G. Revere,* Ing., Professeur, Milano.

Norwegen: *J. G. Lund,* Oberlehrer, Trondhjem.

Rußland: Prof. *P. Welikhoff,* Ingenieur, Moskau.

Schweiz: *R. Frey,* Direktor der Zement- und Kalkfabriken, Luterbach.

Ungarn: Dr. *B. v. Bresztovszky,* Dozent der techn. Hochschule, Budapest.

Sektion C (Diverses).

Belgien: *H. de Gorski,* Ingénieur, Sécrétaire particulier du Directeur Général de la Société Cockerill, Seraing.

Deutschland: Dr. *Hinrichsen,* Prof., Groß-Lichterfelde.

Norwegen: Dr. *Joh. Gram,* Chemiker der Norwegischen Staatsbahnen, Christiania.

Rußland: *A. Bormann,* Ingenieur, St. Petersburg.

Ungarn: *Franz Just,* Oberingenieur der ungar. Staatsbahnen, Győr.

Als Kassarevisoren werden vorgeschlagen:

H. A. Granfelt, Direktor, Helsingfors.

H. L. Bienfait, Ingenieur, Amsterdam.

H. S. A. Lund, Sektions-Ingenieur, Christiania.

Folgende Vorstandsmitglieder sollen gebeten werden, die Sektionsitzungen zu eröffnen:

Die Sektion A: H. Dr. A. Martens, Geheimrat u. Prof., Gr.-Lichterfelde.

„ „ B: H. F. Schüle, Professor, Zürich.

„ „ C: H. A. Mesnager, Prof., Paris.

Als geschäftsführende Präsidenten sollen funktionieren:

Sektion A: H. O. F. A. Busse, Maschinendirektor der dänischen Staatsbahnen, Kopenhagen.

Sektion B: H. T. Grut, Kapitän der Genie, Kopenhagen.

Sektion C: H. B. Münter, Kommandeur, Marinekapitän a. D., Kopenhagen.

Digitized by Google

Ich bitte diese Herren Ihre Ämter freundlichst übernehmen und das Sektionsbureau derart unterstützen zu wollen, daß die so wichtigen, aber wegen der Dreisprachigkeit nicht leichten Verhandlungen das möglichst größte Resultat erzielen. Es ist das ernste Bestreben des Organisationskomitees gewesen, für die Sektionsarbeit die möglichst besten Bedingungen zu schaffen, damit unser Kongreß seinen Hauptzweck als Arbeitskongreß erfüllen kann.

Und wenn wir nun zur Arbeit schreiten, ist es gewissermaßen zugleich eine Jubiläumsarbeit. Es sind in diesem Jahre 25 Jahre, daß der Grundstein des Verbandes gelegt wurde.

Es war im September des Jahres 1884, daß eine Reihe selbstloser, von wissenschaftlichem Eifer getragener Männer über Anregung Bauschingers zusammentrat, um die besten Prüfungsverfahren festzustellen und der Materialprüfung eine einheitliche Richtung zu geben. Gerade vor 25 Jahren fand in München die erste jener Konferenzen statt, aus denen die internationalen Materialprüfungskongresse hervorgingen. Es erfüllt uns mit besonderer Genugtuung, daß von den 79 Männern, die bei der ersten Konferenz an der Wiege des Verbandes standen, wir hier einige begrüßen dürfen, die den Verband auf dem ganzen Wege begleitet und gefördert haben, nämlich unsere beiden Vize-Präsidenten, die Geheimräte Dr. Ing. Martens und Exz. Dr. Ing. Belelubsky, Exz. Geheimrat Dr. Exner und Dr. Ing. Dyckerhoff.

Manche Frage, welche bereits vor 25 Jahren aufgeworfen wurde, beschäftigt den Verband noch heute. Vorschauend hat schon damals Dr. Exner die seither so bedeutungsvoll gewordene Frage der mikroskopischen Gefügeuntersuchung der Metalle dem Studiumprogramme des Verbandes eingefügt, und unseren verehrten früheren Präsidenten Dr. techn. Berger finden wir unter den ersten Mitarbeitern an der Frage der Prüfung der Steine und Mörtel.

Es unterscheiden sich ja unsere Kongresse von den meisten anderen internationalen Kongressen dadurch, daß es sich um internationale Abkommen handelt, Abkommen, die wohl nicht in der autorativen Form der Gesetzgebung auftreten, denen jedoch in der technischen Welt gehorcht wird, wie den Naturgesetzen, zu deren Unterwerfung wir Ingenieure erzogen sind.

Solche Abkommen sind nicht leicht zu schaffen und dürfen nicht allzu schnell zustande kommen. Und auf ihrem Wege be-

Digitized by Google

gegnen ihnen manche Schwierigkeiten in der Verschiedenheit der Praxis und der industriellen Interessen der verschiedenen Länder. Wo aber einmal Übereinstimmung geschaffen wird, dort ist auch gewissermaßen ein Friedensvertrag geschlossen worden. Und nichts ist heutzutage wichtiger, als daß man sich auf dem technischen Gebiete, wo so große ökonomische und nationale Interessen zusammenstoßen, verständigt. Somit schafft unser Verein und unser Kongreß Resultate, deren segensreiche Wirkungen sich weit über das Gebiet der technischen Wissenschaft und in das praktische Familienleben der Nationen erstrecken; denn sie bahnen den Weg für den friedlichen und freundlichen Verkehr und die Verständigung der großen ökonomischen Interessen. Und somit arbeiten wir gleichzeitig für den Fortschritt der Technik und für den Frieden der Menschheit. Es ist unsere Hoffnung, daß auch der V. Kongreß in würdiger Weise zu dieser großen Aufgabe einen wertvollen Beitrag bringen wird. (Brausender Beifall.)

Herr Poul Larsen aus Kopenhagen hält hierauf folgenden Vortrag über die

Entwicklung der dänischen Zementindustrie.

Hinsichtlich seiner klimatischen und geologischen Verhältnisse war Dänemark allemal — früher und auch jetzt — in ausgedehntem Maße vom Ackerbau abhängig, als jenem Erwerbszweig, der den weitaus größten Teil der Bevölkerung beschäftigte.

Die industrielle Entwicklung Dänemarks ist daher in einer Richtung gelegen, welche auf eine Vervollkommnung der ackerbaulichen Produktion abzielt und dies umsomehr, als die Bodenbeschaffenheit Dänemarks infolge des Fehlens von leicht gewinnbaren Mineralien von entsprechendem Handelswerte nur eine schwache Grundlage für die Entwicklung einer Bergwerksindustrie abgeben kann.

Einzig und allein der Kalkstein bildet da eine Ausnahme, indem er den unmittelbaren Untergrund des Terrains bildet und an vielen Stellen, wohl in den verschiedensten Tiefen, aber immerhin erreichbar ist, manchmal sogar als eine zu Tage tretende Kalkformation, wie z. B. im nördlichen Teile von Jütland oder anderwärts in tiefer liegenden Schichten, die von den Ablagerungen der Eiszeit bedeckt sind. Auf diesem für technische Zwecke brauch-

Digitized by Google

baren Vorkommen des Kalkes beruht die Portlandzementindustrie Dänemarks.

Diese Industrie, die heute einen hohen Grad der Vervollkommnung erlangt hat, reicht in ihren Anfängen auf die letzten zwanzig Jahre zurück. Sie hatte oft unter den schwierigsten Verhältnissen zu bestehen, ohne jemals von seiten des Staates etwa durch ein Schutzgesetz unterstützt zu werden und stand in andauerndem Konkurrenzkampfe mit den Nachbarländern, von denen die meisten die Vorteile höherer Zölle genossen und vormals Dänemark noch mit dem größten Teil des dort verbrauchten Zementes versorgten.

Die folgenden Daten sollen die Entwicklung der Zementindustrie während der letzten 20 Jahre kennzeichnen.

Im Jahre 1889 betrug die gesamte Produktion in Dänemark 115.000 Normalfaß Portlandzement, der Import 135.000 Normalfaß.

Im Jahre 1908 war die Produktion 1,560.000 Normalfaß, von welcher Menge 1,110.000 Normalfaß in Dänemark verkauft und 410.000 Normalfaß exportiert wurden, während der Zementimport um etwas weniger als 100.000 Normalfaß abgenommen hatte.

Der gegenwärtige Produktionsstand der dänischen Zementfabriken beläuft sich auf 2,600.000 Normalfaß und ist mehr als zweimal so groß wie die Verbrauchsfähigkeit des Landes.

Eine Hemmung für den Fortschritt der Zementindustrie liegt in dem Umstande, daß das Land vollkommen der Wasserkraft und Kohle entbehrt und demnach Brennstoff von auswärts eingeführt werden muß. Außerdem hatte der Fabrikant hier auch noch mit der außerordentlichen Schwierigkeit zu kämpfen, daß der Staat die Kohlen mit einem bedeutenden Einfuhrzoll belegte und dermaßen dieses so wichtige Rohmaterial noch teurer werden ließ.

Es ergibt sich daraus die Tatsache, daß der dänische Staat die ausländischen Fabrikanten zum Schaden der dänischen Zementindustrie begünstigt hat, und erst seit dem 1. Jänner des laufenden Jahres hat die Wirkung der vorgenannten Absurdität durch die Einführung des neuen dänischen Zolltarifes eine Abschwächung erfahren. Im Gegensatze zum Vorgehen Dänemarks haben die meisten Länder, die für dänischen Zement infolge ihrer geographischen Lage allenfalls importfähig gewesen wären, ihre Industrien durch hohe Schutzzölle sichergestellt. Das ist z. B. der Fall in Norwegen, Schweden, Rußland, Frankreich, Spanien, in den

Digitized by Google

Vereinigten Staaten von Amerika, in Canada etc., wogegen bloß England, Deutschland, Belgien und Holland auf die Einfuhr von Zement keinen Zoll gelegt haben. In diesem Belang waren demgemäß die Entwicklungsbedingungen für Dänemark recht ungünstig und es muß daher die Entwicklung der dänischen Zementindustrie auch von diesem Gesichtspunkte aus beurteilt werden.

Trotz all dieser Schwierigkeiten hat die dänische Zementindustrie heute einen Stand erreicht, der sie befähigt, den Wettkampf mit den gleichartigen Industrien der Nachbarländer aufzunehmen Diese Möglichkeit ist aber hauptsächlich dem raschen Fortschritte in der allgemeinen technischen Entwicklung des Landes zu danken, hervorgerufen durch eine sehr ausgiebige Einführung von technischen Neuheiten.

Ein Bericht über die dänische Zementfabrikation wird daher gleichbedeutend sein mit einem Berichte über die Verbesserungen der technischen Hilfsmittel. Allerdings ist das Land selbst und sein Betrieb zu klein, um den Wert dieser Verbesserungen mit genügender Deutlichkeit zu erweisen. Lediglich durch die Vorführung des Einflusses, den diese Verbesserungen auf die Entwicklung der Industrie des ganzen Landes genommen haben, wird es möglich, die vorhin aufgeworfene Frage genügend deutlich zu beantworten.

Der Anfang der dänischen Zementindustrie reicht auf das Jahr 1868 zurück, in welchem die kleine Fabrik „Hertha“ auf Seeland errichtet wurde. Diese Fabrik sowohl wie die Werke „Rödvig“, gleichfalls auf Seeland, haben niemals eine besondere Bedeutung erlangt; beide Fabriken haben vor etwa 20 Jahren ihren Betrieb eingestellt.

Die sieben zur Zeit bestehenden Fabriken liegen alle im nördlichen Teile von Jütland im Limfjord und Mariagerfjord.

Diese Werke eröffneten ihren Betrieb in der nachstehenden Reihenfolge: „Cimbria“ im Jahre 1873, „Dania“ im Jahre 1887, beide Fabriken am Mariagerfjord, „Aalborger Portland-Zement-Werke“ im Jahre 1887, „Danmark“ im Jahre 1898, „Norden“ im Jahre 1901, „Nörresundby“ im Jahre 1907, sämtliche am Limfjord und „Kongsdal“ im Jahre 1908 am Mariagerfjord.

Die älteren Werke — „Cimbria“ und „Dania“ mit eingeschlossen — arbeiteten alle nach dem „Dünn-Schlämm-Verfahren“, welches durch viele Jahre hindurch in den Ländern des nördlichen Europas allgemein angewendet wurde. Die Rohmaterialien wurden

Digitized by Google

in besonderen Schlämmaschinen mit Wasser versetzt und gemischt, worauf man die Schlämme in offene Becken rinnen ließ, in denen sie so lange verblieb, bis die festen Bestandteile des Schlammes ausgefällt waren und das übriggebliebene Wasser abgeleitet werden konnte. Hernach wurde der Schlamm im feuchten Zustand aus dem Becken gehoben, in Ziegeln geformt und unter Flugdächern oder in Trocken-Tunnels getrocknet, bevor das Brennen vorgenommen werden konnte. Dieser ganze Prozeß war sehr mühsam, erforderte außerordentlich viel Zeit und Arbeit und gestattete innerhalb einer Arbeitssaison oft nur eine einmalige Benützung eines großen Teiles der Fabriksanlage.

Dieses „Dünn-Schlämm-Verfahren" ist namentlich in England um einiges verbessert worden durch die Einführung des „Kammer-Ofens", in welchem die Schlamm-Rohmasse durch die von den Schacht-Öfen unverbraucht abgegebene Wärme künstlich ausgetrocknet wird. Dadurch wird ein mehr stetiger Arbeitsvorgang ermöglicht und die Arbeit selbst ein wenig verringert, der Fabrikant ist aber dafür zur Verwendung des kostspieligen Koks als Brennmaterial genötigt und kann diesem Übelstand auch bei Benützung von modernen Sparofenanlagen nicht ausweichen.

Trotz all dieser Schwierigkeiten hat das „Dünn-Schlämm-Verfahren" an vielen Stellen noch bis in die letzten Jahre Anhänger gefunden und die Kammer-Öfen stehen in England heute noch in Verwendung, obgleich man bereits mittlerweile überall von ihnen abgekommen ist.

Mit dem Bau der „Aalborger Portland-Zement-Werke" betrat die dänische Zementindustrie völlig originelle Bahnen. Das Problem, aus schwach feuchten Rohmaterialien in einem stetigen, von störenden Einflüssen klimatischer und atmosphärischer Natur unabhängigen Verfahren Portlandzement herzustellen, war mit der Einführung des „Trockenverfahrens" gelöst.

Anstatt Kalk und Ton zusammen im Wasser aufzubereiten, werden diese Materialien nunmehr zunächst in zwei eigenartig konstruierten Trockentürmen getrocknet. Die Trockentürme sind dabei groß genug, um das gesamte dabei in Betracht kommende Rohmaterial auf einmal aufzunehmen. Hierauf wird die Rohmasse in trockenem Zustande ordentlich durcheinander gemischt. Die Einführung des „Trockenverfahrens" in „Aalborg" führte zu sehr

Digitized by Google

günstigen Ergebnissen, indem es im Vergleiche mit dem „Dünn-Schlämm-Verfahren" bedeutend billiger kam.

Um das Jahr 1890 herum kam man von dem alten Schachtofen, der früher auf dem Kontinente überall in Verwendung gestanden hatte, ab und führte an dessen Stelle den sogenannten Dietzschofen ein.

Der Dietzschofen arbeitete ununterbrochen, hatte aber einen geringeren Fassungsraum und erforderte bei seiner Wartung einen bedeutenden Arbeitsaufwand. Bei Errichtung der „Aalborger Portland-Zement-Werke" wurde nun ein neuer Ofen-Typus geschaffen — der sogenannte „Aalborg-Ofen" — eigentlich die Erfindung eines Deutschen namens Schoefer. Der Ofen war indessen in seiner ersten Form ganz unbrauchbar und konnte sich deshalb in Deutschland nicht durchsetzen. Nach erfolglosen Versuchen wurde der Ofen in Aalborg vollständig umgebaut und brachte in dieser neuen Form einen ausgesprochenen Erfolg. Die Öfen sind nun in den „Aalborger Portland-Zement-Werken" vom Jahre 1891 bis zum Beginn des Jahres 1909, d. h. volle 18 Jahre ununterbrochen mit einem Kohlenverbrauch von bloß 13% in Betrieb gestanden, ein Ergebnis, welches kaum jemals mit irgend einem anderen ununterbrochen im Betrieb stehenden Schachtofen erreicht worden ist.

Die Benützung dieses Ofens hat den großen Vorteil, daß der ganze Brennprozeß ausschließlich mit Kohle durchgeführt werden kann und dadurch die kostspielige Kokserzeugung überflüssig wird. Der „Aalborg-Ofen" hat mittlerweile verschiedene Umbildungen erfahren, deren eine Form, der sogenannte „R"-Ofen, seines großen Fassungsraumes wegen besondere Beachtung verdient. In einigen amerikanischen Zementwerken ist der „Aalborg-Ofen" mit einer Saugluftanlage versehen worden, wodurch sich das Fassungsvermögen noch bedeutend vergrößert hat. Nach dem Erfolg, den der vorbeschriebene Ofen-Typ in den „Aalborger Portland-Zement-Werken" aufzuweisen hatte, fand der „Aalborg-Ofen" in der fremdländischen Zementindustrie die weitestgehende Anwendung. Mehr als 90 Öfen sind bisher in allen europäischen Ländern, in den Vereinigten Staaten von Amerika, in Canada und China entsprechend einer jährlichen Erzeugung von mehr als 3,000.000 Normalfaß Zement erbaut worden.

Bei Anwendung des Trockenverfahrens muß zu dem bereits getrockneten Rohmaterial nochmals Wasser zugesetzt werden, um

Digitized by Google

die Ziegelformen herstellen zu können, mit denen die Schachtöfen beschickt werden. Dieses überschüssige Wasser muß indessen vor dem Brennen wieder abgedampft werden und stellt daher einen Betriebsverlust dar. Bei der ersten Erweiterung der Fabriksanlage „Aalborg" wurde nun diesem Umstande Rechnung egtragen, indem man eine kombinierte „Trocken- und Naßmethode" einführte und derart die Produktion auf billige Weise vergrößerte.

Der Gebrauch von Schlämmühlen hat einen hohen Grad der Vervollkommnung in den Tonziegelfabriken Dänemarks erreicht, wo der Ton oftmals sehr unrein ist. Die in diesem Industriezweige gemachten Erfahrungen wurden nunmehr in der Zementfabrikation zur Herstellung von Kalk- und Tonschlämme von recht dicker Beschaffenheit verwertet. Dieser „Dickschlamm" wurde dann mit „Rohspeise" vermischt, die aus der noch nach der alten Trockenmethode arbeitenden Fabrik stammte. Auf diese Weise erhielt man eine steif-plastische Masse, die zu gewöhnlichen „feuergerechten" Ziegeln von einer weit haltbareren Form verarbeitet werden konnte, als dies früher durch Pressen der „Rohspeise" allein möglich war. Die Einführung dieser kombinierten „Naß- und Trockenmethode" beseitigte alle Nachteile des „Dünn-Schlamm-Verfahrens" sowohl wie des „Trockenverfahrens", ohne deren Vorzüge vermissen zu lassen. Mit Einführung der neuen Fabrikationsmethode begann dank dem besseren Ziegelmaterial auch der „Aalborg-Ofen" ergiebiger zu werden. Weiters aber bahnte diese Methode dem bei den „Aalborger Portland-Zement-Werken" später eingeführten und heute im Zusammenhange mit dem Brennen in Drehrohröfen allgemein angewendeten „Dick-Schlamm-Verfahren" den Weg.

Zur gleichen Zeit, als die Zubereitung des Rohmaterials und dessen Brennen eine Entwicklung nach der soeben beschriebenen Richtung erfuhren, ging auch mit der Mahlweise des Zementklinkers eine epochale Umwälzung vor sich. Bis zum Jahre 1892 wurde die Vermahlung des Zementklinkers in Maschinen vorgenommen, welche die gewöhnliche Kornmühle zum Vorbilde hatten.

Einzig die aus Deutschland stammende, dort Kugelfallmühle genannte Maschine bildete eine Ausnahme. Diese Maschine war aber für die Feinmahlung des Zements nicht besonders geeignet, weil das Feinmehl erst durch Absieben des Zements erhalten wurde und dieser Prozeß nicht in zweckmäßiger Weise gleichzeitig mit dem eigentlichen Mahlprozeß bewerkstelligt werden konnte. Als

Digitized by Google

die Forderung nach Feinmahlung erhoben wurde, kam die Unzulänglichkeit aller bestehenden Mahlmaschinen schon deutlicher zu Tage.

Zu dieser Zeit hatte der dänische Zivilingenieur F. L. Smidth den sogenannten Sandzement erfunden, ein Gemenge aus Sand und Zement, das gründlich bis zu einem ungriffigen Pulver durcheinander gemischt war und zufolge seines reichlichen Sandgehaltes eine recht erhebliche Widerstandsfähigkeit gegen Mahlen besaß. Alle damals bekannten Mahlmaschinen waren nun nicht imstande, dieses Mischprodukt in ökonomischer Weise zu vermahlen, bis man die von dem dänischen Zivilingenieur M. Davidsen erfundene, patentlich geschützte Maschine versuchte. Diese Maschine, Rohrmühle genannt, war imstande, das Mahlgut bis zu einer beliebigen Feinheit, und zwar ohne Zuhilfenahme von Sieben, zu vermahlen. Sie hat sich damit nicht nur für die Fabrikation von Sandzement, sondern auch von Portlandzement von großem Vorteil erwiesen. Der Mahleffekt war so groß, daß ungefähr 50% an Pferdekräften beim Betriebe erspart wurden im Vergleiche mit den früheren Mahlmethoden. Die Maschine hat sich heute allgemein in der Zementindustrie der ganzen Welt eingebürgert und ihr Name kennzeichnet sogar eine ganze Maschinenklasse. Die Rohrmühle zeichnet sich durch eine ungemein einfache Konstruktion aus, durch ihr Fassungsvermögen, durch gleichmäßigen Gang, geringe Reparaturen, und endlich durch die außerordentliche Feinheit und Gleichmäßigkeit des Mahlproduktes und sie hat deshalb, nachdem sie in der dänischen Zementindustrie eingeführt war, bald den größten Einfluß auf die Entwicklung der Portlandzementindustrie aller übrigen Länder genommen. Zuerst bloß zur Vermahlung des Brennproduktes, der Zementklinker, verwendet, kam die Rohrmühle später auch zur Vermahlung der Rohmaterialien und Schlämme und weiters noch der zum Brennen in den Rotieröfen verwendeten Pulverkohle in Gebrauch, so daß diese Maschine nunmehr in ihren verschiedenen Formen in allen Betriebsabteilungen einer Zementfabrik in Tätigkeit ist. Ihr Wert erscheint wohl am besten dadurch gekennzeichnet, daß heute 1391 Röhrenmühlen dänischer Marke in 108 Fabriken in den Vereinigten Staaten von Amerika und in Canada, in 328 Fabriken Europas und in 21 Fabriken Indiens, Chinas, Japans, Australiens, Südafrikas und Südamerikas im Gang sind. Die gesamte von diesen Maschinen geleistete Arbeit beträgt ungefähr 75.000 P. S.

Digitized by Google

und die jährliche Ergiebigkeit etwa 30,000.000 Tonnen Zementklinker oder 180,000.000 Normalfaß. Die Rohrmühle ist bloß als Feinmahlmaschine erdacht, d. h. sie hat das Material aus dem Zustande eines groben in den eines feinen Pulvers überzuführen. Es ist daher noch eine Vorbehandlung des Rohmaterials nötig, damit aus dessen ursprünglich ziemlich großen Stücken zunächst ein grobes Pulver von gleichmäßigem Korn erzeugt werde. Zu diesem Zwecke dient nun der mit kontinuierlichem Betrieb arbeitende sogenannte Kominutor oder Kominor, eine Erfindung des dänischen Ingenieurs Paul Lindhard. Diese Maschine ist der vorerwähnten „Kugelfallmühle" namentlich dadurch überlegen, daß sie mit einem neuen Siebsystem, dem vom dänischen Ingenieur Fasting erfundenen Fasta-Sieb, versehen ist. Der Kominor hat gleich der Röhrenmühle überall die weitestgehende Anwendung gefunden. Heute sind 463 Stück in 194 Werken in allen Ländern Europas und Amerikas im Gebrauch mit einem Gesamterzeugnis, das der Verarbeitung von 13,500.000 Tonnen Rohmaterials oder 81,000.000 Normalfaß Zement entspricht.

Vorhin sind die hauptsächlichsten Verbesserungen angeführt worden, mittest deren die dänische Zementindustrie hochgekommen ist; außer diesen Verbesserungen gibt es aber noch eine ganze Reihe von wichtigen, eigenartigen und kleineren Maschinen und Apparaten, die in den dänischen Zementfabriken entstanden sind und von dort späterhin den Eingang in die Zementfabrikation der ganzen Welt gefunden haben.

Im Laufe des Jahres 1898 nahmen in den „Aalborger Portland-Zement-Werken" mit der Einführung des Rotier- oder Drehrohrofens die radikalen Umänderungen in der Erzeugungsmethode ihren Anfang, die nachmals auch in der übrigen europäischen Zementindustrie Anklang gefunden und dieser Industrie eine besondere Prägung verliehen haben.

Der Rotierofen gab ein Mittel an die Hand, das Zementrohmaterial direkt in der Form von Pulver oder Schlämme zu brennen und somit den Fabrikationszweig, in welchem bisher das Rohmaterial erst in die zum Brennen in den Schachtöfen nötige Ziegelform gebracht werden mußte, völlig auszuschalten. Die Einführung des Drehrohrofens bedeutet daher eine wesentliche Vereinfachung der Fabrikation. Der Drehrohrofen stammt aus England, ist aber dort nicht über das Versuchsstadium hinausgekommen und daher auch zu keiner praktischen Bedeutung gelangt. Die Grundzüge für

Digitized by Google

die Konstruktion dieses Ofens sind bereits in den englischen Patenten von 1877 und noch früheren Jahren festgelegt. Die später in Deutschland wieder aufgenommenen Versuche haben ebenfalls zu keiner praktischen Ausgestaltung des Drehrohrofens geführt.

Es ist außer allem Zweifel ein Verdienst Amerikas, dem Drehrohrofen eine für die Zementindustrie zweckmäßige Form gegeben zu haben. Es ist auch leicht zu begreifen, weshalb dieser Erfindnng in Amerika ein weit größeres Interesse entgegengebracht wurde wie in Europa und weshalb die Amerikaner alle Vorversuche ungeachtet der hohen Kosten und des oftmaligen Mißlingens mit soviel Tatkraft durchgeführt haben. Wenn die amerikanische Zementindustrie auf denselben Herstellungsmethoden basiert hätte, wie sie sich in Europa allmählich herausbildeten, dann wäre das Zementgeschäft in Amerika infolge des hohen Arbeitslohnes und wegen der Notwendigkeit, in verhältnismäßig kurzer Zeit einen großen Stab von geschickten und wohl geübten Leuten heranzubilden, schwer gehemmt worden. So aber kam aber zu all dem noch der günstige Umstand, daß die Frage nach der Ökonomie der Brennstoffe mit Rücksicht auf deren größere Wohlfeilheit in Amerika von geringerer Bedeutung war.

Mit dem Drehrohrofen war durch die Vereinfachung des Betriebes, durch die Ausschaltung der viel Arbeitskraft verbrauchenden Ziegelabteilung und endlich durch die wesentliche Arbeitsverminderung in der Ofenabteilung eine Einrichtung geschaffen, die allen Amerika eigentümlichen Erfordernissen entgegenkam. Der Drehrohrofen wurde in Amerika um das Jahr 1889 eingeführt. Sobald einmal der praktische Wert dieses Ofens erprobt war, gewann er trotz seines großen Brennstoffverbrauches rasch an Verbreitung, und ohne Zweifel ist es das Verdienst des Drehrohrofens, daß die Zementindustrie Amerikas die gegenwärtige phänomenale Ausdehnung gewonnen hat.

Vom Beginn der Einführung des Drehrohrofens in Amerika bis zum Jahre 1897 war das zur Beheizung des Ofens dienende Brennmaterial Rohöl, das wohl in der Nähe der amerikanischen Öldistrikte preiswürdig erhältlich war, das aber wegen seines hohen Kaufpreises in den meisten Gebieten Europas schwerlich hätte verwendet werden können.

Um das Jahr 1897 herum war aber der Preis des amerikanischen Rohöls so gestiegen, daß man versuchen mußte, es durch

Digitized by Google

Pulverkohle zu ersetzen. Dieser Versuch gelang nun zur Zufriedenheit und alsbald wurde der Drehrohrofen in eine Form gebracht, welche seine vorteilhafte Anwendung auch in Europa ermöglichte.

Die Rotierofen-Praxis Amerikas wurde in ihrer Entwicklung von den „Aalborger Portland-Zement-Werke" eifrig verfolgt und als die Versuche mit Kohlenstaub-Feuerung einen Erfolg aufzuweisen hatten, wurde sofort zu Beginn des Jahres 1898 ein Vertrag abgeschlossen und auch jeder weitere Schritt unternommen, um diese Fabrikationsweise auch in Dänemark einzuführen. Die Drehrohrofen-Praxis in Amerika war hauptsächlich in der Anwendung des Trockenverfahrens begründet, nachdem alle Werke in den östlicheren Teilen Amerikas sich im Gebiete des Lehigh valley in Pennsylvanien zusammendrängen, wo das Rohmaterial aus einem trockenen, tonerdehaltigen Kalkstein besteht.

Nur wenige Fabriken in Ohio arbeiteten nach dem Naßverfahren gemäß dem aus Mergel bestehenden Rohmaterial, welches eine reichliche Menge Wassers enthält und bisweilen sogar unter Wasser gelagert ist. Dieses Material ist so wasserreich, daß es als Dünnschlämme mit etwa 50 bis 60% Wassergehalt verarbeitet wird. Wenn man nun bedenkt, daß dieses ganze Wasser nachher im Drehrohrofen zum Verdampfen gebracht werden muß, so ist leicht einzusehen, wie wenig ökonomisch dieser Prozeß war und wie wenig Anklang er in Europa hatte finden können.

Als deshalb der Drehrohrofen bei den „Aalborger Portland-Zement-Werken" eingeführt wurde, fand er hier Bedingungen vor, wesentlich verschieden von denen, die in Amerika vorherrschend waren.

In dem gleichen Maße wie die durch den Drehrohrofen erzielte Arbeitsersparnis kam nunmehr die größtmögliche Ökonomie des Brennstoffes als wichtig in Betracht.

Aus diesem Grunde wurde das bisher bei den „Aalborger Portland-Zement-Werken" erfolgreich in Verwendung gestandene „Dick-Schlämm-Verfahren" auch für die neue Drehrohrofen-Abteilung beibehalten und damit ein Weg eingeschlagen, der die Vorbearbeitung der Rohmaterialien auf die billigste und verläßlichste Weise und mit dem kleinstmöglichen Wassergehalt gestattete.

Das „Dick-Schlämm-Verfahren" im Vereine mit dem Drehrohrofenbetriebe hat in den letzten 10 Jahren fortwährende Ver-

Digitized by Google

besserungen erfahren und steht heute bei der dänischen Zementindustrie durchwegs in Anwendung. Die neuen Fabriken „Norden", „Nörresundby" und „Kongsdal" sind für dieses Verfahren eingerichtet und auch die übrigen Werke sind von der alten Erzeugungsweise abgegangen und haben ihre Fabrikseinrichtungen der neuen Methode entsprechend umgebaut. Die vorerwähnten Verbesserungen des Drehrohrofens haben vornehmlich einen sparsameren Verbrauch des Brennmaterials und einen größeren Fassungsraum des Ofens zur Folge gehabt. Die aus Amerika eingeführten Drehrohröfen maßen 20 m in der Länge, 1·8 m im Durchmesser und ergaben eine tägliche Ausbeute von 150 Normalfaß bei einem Kohlenverbrauch von 55 bis 40%, während die dänischen Öfen 50 m lang waren, einen Durchmesser von 2·7 m hatten und einen Ertrag von 600 Normalfaß Zement lieferten bei einem Kohlenverbrauch von bloß 25%.

Das „Dick-Schlämm-Verfahren" kombiniert mit der Praxis des brennstoffsparenden Drehrohrofens bietet so außerordentliche Vorteile, daß es nunmehr von den ausländischen Werken im weitesten Maße angewendet wird sowohl bei der Verarbeitung von feuchten als auch trockenen Rohmaterialien.

Zur besseren Beleuchtung des Gegenstandes möchte ich bloß noch erwähnen, daß eine große Zahl dieser nach dänischem Muster eingerichteten Drehrohröfen in 63 europäischen Zementwerken im Betrieb stehen mit einem Fassungsraum von ungefähr 14 Millionen Normalfaß.

Der gegenwärtige Stand der ganzen Industrie verglichen mit dem vor 15 Jahren mag kurz durch Feststellung folgender Tatsachen gekennzeichnet sein:

Die bei der Fabrikation unbedingt nötige Handarbeit beträgt heute ungefähr ein Sechstel derjenigen von früher. Während im Jahre 1897 1200 Arbeiter erforderlich gewesen wären, um die heute in Dänemark aufgebrauchte Zementmenge zu erzeugen, kann heute die gleiche Arbeit von 200 Mann geleistet werden.

Der Brennstoffverbrauch pro Normalfaß Zement ist heute bei Drehrohrofenbetrieb nicht größer als bei Verwendung des kontinuierlichen Schachtbrennofens in Verbindung mit dem Kanaltrockner.

Die Kosten der Betriebsanlage sind heute um die Hälfte kleiner als seinerzeit.

Digitized by Google

Es ist nicht sehr wahrscheinlich, daß künftige Verbesserungen eine radikale Änderung oder Ersparnis in der dänischen „Dick-Schlämm-Methode“ herbeiführen werden, nachdem bereits heute die Arbeit auf ein Minimum herabgedrückt erscheint und die Hilfsmittel, durch die eine weitere Ersparnis an Brennmaterial bewerkstelligt werden könnte, sehr begrenzt sind.

Es kann daher mit vollem Recht gesagt werden, daß die dänische Zementindustrie von heute eine gesunde Grundlage besitzt. Ihr Umsatz beträgt ungefähr 2,600.000 Normalfaß d. i. bedeutend mehr als das Doppelte der Verbrauchszahl des Inlandes

Das Gleichgewicht erscheint für die Produktion durch den Export hergestellt, für welchen die Bedingungen in Anbetracht der geographischen Lage Dänemarks recht günstig sind.

Ein Export von Zement findet statt nach Schweden, Norwegen, Deutschland, Rußland, Finnland, England, Südamerika, Südafrika und Ostasien.

Ich habe versucht, die hauptsächlichsten Entwicklungsstufen der kleinen Industrie eines kleinen Landes vorzuführen, die emporwuchs nicht durch Protektion, sondern durch die stete und lebhafte Wechselbeziehung mit den verwandten Betrieben des Auslandes. Nur hierauf ist ihre gegenwärtige gesunde Verfassung zurückzuführen.

Wir haben aus der Erfahrung gelernt, daß für eine moderne Industrie kein Nutzen erwächst, wenn man sie hinter künstlich aufgerichtete Schutzschranken stellt, und daß ihre gesunde Entwicklung hauptsächlich auf technisches Wissen und auf das Zusammenwirken der Techniker gegründet sein muß, auf ein Zusammenwirken, das auch für die Arbeit des vor uns versammelten internationalen Verbandes der leitende Gedanke gewesen ist.

(Lebhafter, langandauernder Beifall.)

Nach diesem Vortrage singt der Studentenverein eine zweite Kantate, welche die Eröffnungssitzung ungemein stimmungsvoll abschließt.

Digitized by Google

Digitized by Google

Verhandlungen der Sektion A (Metalle).

1. Sitzungstag, Mittwoch, den 8. September.

H. Geheimrat **Martens** eröffnet um 9 Uhr 45 Minuten die Sitzung. Er ladet den Vorsitzenden H. Direktor O. Busse sowie die Ehrenpräsidenten und Ehrenschriftführer ein, ihre Stellen einzunehmen.

H. Direktor **Busse** übernimmt den Vorsitz, begrüßt die zahlreich erschienenen Mitglieder der Sektion und bittet H. Prof. Heyn, zum ersten Punkt der Tagesordnung, „Metallographie", das Wort zu ergreifen.

Metallographie.

H. Prof. **Heyn** (Gr.-Lichterfelde) gibt eine kurze Übersicht seines Berichtes (I_1) „Über die Fortschritte der Metallographie seit dem Brüsseler Kongresse". Die metallographische Forschung gruppierte sich, sagt der Redner, während der Berichtszeit im wesentlichen um folgende Ziele:

a) Gewinnung der Unterlagen für eine Chemie der Metallverbindungen durch Ermittlung der Erstarrungsdiagramme einer möglichst großen Anzahl von Legierungen ohne Rücksicht auf ihre praktische Verwendungsfähigkeit. Dieses Ziel wird in erster Linie verfolgt von Prof. Tammann in Göttingen.

b) Weiterausgestaltung unserer Kenntnisse von dem System Eisen-Kohlenstoff. Die Frage der Graphitbildung. Die Bestandteile des gehärteten Stahles.

c) Erweiterung unserer Kenntnisse von den für die Technik unmittelbar verwertbaren Spezialstählen und sonstigen Legierungen.

d) Anwendung der Metallographie auf die Durchforschung metallurgischer Verfahren, insbesondere solcher zur Gewinnung

Digitized by Google

anderer Metalle als das Eisen. Die Theorie der Stein- und Speisenbildung. Dieses Gebiet wird in erster Linie bearbeitet von Prof. Friedrich in Freiberg.

e) Ausbildung der metallographischen Verfahren mit besonderer Rücksicht auf das Materialprüfungswesen. Insbesondere Gewinnung einfacher Verfahren zur Ermittlung des Zustandes der Vorbehandlung von Metallen und Legierungen (Glühbehandlung, Härte- und Anlaßzustand, Grad der Kaltbearbeitung und der nachfolgenden Erhitzung usw.). Dieses Gebiet wird besonders bearbeitet vom Königl. Materialprüfungsamte Gr.-Lichterfelde (Heyn und Bauer).

Der Redner erwähnt die Arbeiten, die er in Gemeinschaft mit Bauer über den Einfluß der Vorbehandlung des Stahles auf die Löslichkeit gegenüber Schwefelsäure durchgeführt hat und die die Möglichkeit bieten, aus der Löslichkeit Schlüsse auf die Vorbehandlung des Stahles zu ziehen. Die Arbeiten ergaben, daß der Übergang vom gehärteten Stahl (Martensit) zum geglühten Stahl (Perlit) nicht unmittelbar, sondern über eine gut gekennzeichnete metastabile Zwischenform erfolge, die zu Ehren Osmonds als „Osmondit" bezeichnet wurde und die die Grenze bilde zwischen Troostit und Sorbit. Beim Anlassen wandle sich der Martensit zunächst in Troostit um, der sich mit steigender Temperatur der Grenzstufe Osmondit nähere (bei etwa 400° C. Anlaßtemperatur). Bei weiterer Steigerung der Anlaßhitze erfolge der Übergang aus dem Osmondit in Sorbit und schließlich in den Perlit. Der Osmondit sei gekennzeichnet durch größte Löslichkeit gegenüber verdünnter Schwefelsäure, ferner durch stärkste Dunkelfärbung bei Ätzung mit alkoholischer Salzsäure (1%). Ferner liefern die Troostite beim Lösen unter Luftabschluß in 10%iger Schwefelsäure gasförmig entweichende Kohlenwasserstoffe, deren Kohlenstoff als C_h bezeichnet wird, hinterlassen aber außerdem noch einen Rückstand, dessen Kohlenstoffgehalt in heißer konzentrierter Salzsäure unlöslich ist und der das Zeichen C_f erhalte. Dieser Rückstand könne nicht Karbid sein, da sich dieses in heißer konzentrierter Salzsäure unter Entweichen von Kohlenwasserstoffen vollständig auflöse. Somit sei die Kohlenstofform, die im Troostit enthalten sei, von der Karbidkohle C_c verschieden. Das Karbid, dadurch ausgezeichnet, daß es in 10%iger Schwefelsäure unter Luftabschluß unlöslich, nachher aber in heißer konzentrierter Salzsäure löslich sei, beginne erst nach

Digitized by Google

Anlassen auf etwa 400° C., also beim Osmondit aufzutreten und nehme dann außerordentlich schnell mit steigender Anlaßtemperatur zu. Der Gehalt an C_f steige vom Martensit zum Osmondit, um dann wieder abzufallen.

Sehr interessante Aufschlüsse habe Benedicks in seiner Arbeit „Experimentelle Untersuchungen über Abschreckfähigkeit von Flüssigkeiten sowie über die Natur des Austenits" erhalten.

Darnach könne der Austenit während der Abschreckung nur dann erhalten bleiben, wenn genügend Druck vorhanden sei. Deswegen trete der Austenit auch nicht an der Oberfläche gehärteter Stähle, sondern in ihrem Innern auf. Benedicks führe auch einen Versuch an, bei dem nach Abschleifen der Außenschicht eines ababgeschreckten Stahles und infolgedessen nach Aufhebung des Druckes auf den zurückbleibenden Teil der ursprünglich in ihm enthaltene Austenit sich nachträglich in Martensit umgewandelt habe.

Im übrigen verweist Prof. Heyn auf seinen Bericht, der in der beigegebenen Zusammenstellung aller seit 1906 erschienenen metallographischen Arbeiten ein Bild der intensiven Forscherarbeit auf diesem Gebiet gebe und erwähnt zur Illustrierung der in Deutschland herrschenden Verhältnisse, daß vom Königl. Materialprüfungsamt in Gr.-Lichterfelde allein seit 1906 31 Personen im Auftrag größerer Werke in der Metallographie ausgebildet wurden.

H. Dr. Benedicks (Upsala) beglückwünscht vor allem den Vorredner zu der knappen, klaren Darstellung in seinem Bericht und geht dann detailliert auf seine Colloid-Theorie des Troostites ein, bezüglich derer er und Prof. Heyn verschiedener Ansicht seien. Die fragliche Theorie besage: Der Troostit ist eine feste, colloide Lösung oder, besser ausgedrückt, ein festes, colloides System von äußerst kleinen Karbidteilchen als Fremdkörper im Eisen zerstreut. Prof. Heyn sehe keinen Beweis dafür, daß dieser Fremdkörper X, dessen Existenz durch Wärmeentwicklung unzweifelhaft hervorgeht, wirklich Karbid sei. Ein strikter Beweis sei allerdings unmöglich. Das mechanische oder chemische Isolieren ultramikroskopischen Eisenkarbids sei ausgeschlossen. Es sei jedoch charakteristisch, daß sich aus dem Körper X so leicht gut zu identifizierender Karbid ausscheiden lasse. Benedicks führt eine Reihe von Beispielen an, wo in der Wissenschaft auch ohne derartigen strengen Beweis keine Zweifel über das Vorhandensein gewisser Stoffe bestünden. Ostwald sage mit Recht,

Digitized by Google

daß man eigentlich nicht behaupten dürfe: In dieser oder jener Lösung gibt es Cu, sondern man könne streng genommen nur sagen, aus dieser Lösung erhält man leicht Cu. Etwa dasselbe gilt für Troostit. Der Redner möchte besonders betonen, daß die Colloid-Theorie durchaus nicht der von Prof. Heyn und Bauer gezeigten Tatsache entgegensteht, daß sich zwischen Martensit und Perlit eine metastabile Zwischenstufe finde; im Gegenteil, diese Theorie erfordere die Existenz einer solchen colloiden Zwischenstufe zwischen der homogenen Lösung (wie Martensit) und dem entmischten Gemenge (wie Perlit). Auch für gewöhnliche chemische Reaktionen zeige sich die Annahme dieser colloiden Zwischenstufe sehr nützlich. Vaselin z. B. werde in Äthylalkohol im Wasserbade homogen gelöst; werde nun das Becherglas auf den Tisch gestellt, bemerke man am Boden eine weiße Fällung oder Trübung, die sogar für eine feste Verunreinigung gehalten werden könnte. Wenn man aber wartet dehnt sich diese Trübung über das ganze Gefäß aus und besitzt eine bedeutende Stabilität. Es sei einfach die colloide Lösung oder feine Emulsion von sehr kleinen Vaselintröpfchen im Alkohol. Mit dieser trüben Lösung, die sich langsam als C_2H_5OH + Vaselin entmischt, gibt der Troostit eine auffallende Analogie. (Im Zustand maximaler Trübung: Osmondit.) Redner sieht das Hauptinteresse der Troostit-Theorie darin, daß sie auf dem Gebiete der festen Metallösungen eine bisher unbekannte Analogie zu den colloiden Zwischenstufen der flüssigen Lösungen darstelle. Es sei selbstverständlich, daß diese Analogie noch nicht ausreiche, alle schon jetzt bekannten oder noch zu entdeckenden Einzelheiten jener Vorgänge, bei denen der Troostit mitwirke, genügend zu erklären, es sei jedoch schon ziemlich allgemein anerkannt, daß man die Existenz und die Einwirkung verschiedener Fe-Modifikationen annehmen müsse. Auch der vereinfachte Überblick, den die Colloid-Theorie über die Bestandteile zwischen der Martensit- und Perlit-Periode gebe, erscheine nicht ohne Nutzen. Schließlich bemerkt Benedicks zu der vom Prof. Heyn hervorgehobenen Beobachtung der Herren Rosenhain und Tucker über eine den bisherigen Beobachtungen entgangenen Umwandlung unterhalb der eutektischen Temperatur bei Blei-Zinn-Legierungen, daß Rudberg in Upsala, der Entdecker der mehrfachen Schmelzpunkte der Legierungen auch Abkühlungsbestimmungen mit Blei-Zinn-Legierungen durchgeführt und im Jahre 1830 publiziert habe und daß schon

Digitized by Google

an ihren Kurven der von Rosenhain und Tucker entdeckte oder besser wiederentdeckte Umwandlungspunkt deutlich zu sehen sei.

H. Prof. **Heyn** erklärt gegenüber Benedicks, daß die Colloidhypothese, die ihm an und für sich sympathisch sei, nur voraussetzen könne, daß irgend ein Körper X fein verteilt ausgeschieden sei. Diese Hypothese könne man ohne Beweis hinnehmen, so lange sie die Bedingung erfüllt, die man an jede Hypothese stelle, nämlich, daß sie die beobachteten Tatsachen zwanglos erklärt und neue noch nicht beobachteten Tatsachen voraussehen läßt. In wie weit die Colloidhypothese diesen Bedingungen entspreche, müsse die Zukunft lehren. Etwas anderes sei es aber mit der Behauptung, daß der Körper X durchaus Karbid (Fe_3C) sei. Hiefür müsse der Beweis verlangt werden. Für die Mitteilung bezüglich der Arbeit des Herrn Rudberg in Upsala sei er dankbar.

H. **Stead** (Middlesborough) bemerkt, daß eine detaillierte Behandlung des Heynschen Berichtes 14 Tage brauchen würde, während ihm nur 15 Minuten zur Verfügung stunden. Er beglückwünscht Herrn Prof. Heyn zu seinen Arbeiten, deren Ergebnisse mit jenen seiner eigenen bis zum Jahre 1900 zurückreichenden Studien übereinstimmen. Redner verweist auf Arbeiten von Wüst in Deutschland über Eisen-Phosphor-Legierungen sowie über Eisen-Kohlenstoff-Phosphor-Legierungen. Wüst habe gefunden, daß die eutektische Mischung von Eisen, Kohlenstoff und Phosphor aus 3% Kohlenstoff 4·7% Phosphor bestehe, was genau mit der Zusammensetzung der bei Abkühlung von Cleveland-Roheisen im plastischen Zustande unter hydraulischem Druck ausgeschiedenen Legierung übereinstimme.

H. **Rosenhain** (Teddington): Bezugnehmend auf die interessante Zusammenstellung der zur Frage der metallographischen Forschung erschienenen Schriften regt Prof. Rosenhain die Ergänzung dieser Bibliographie an und hält dafür, daß eine Vervollständigung derselben in der Weise anzustreben wäre, daß in jedem Lande zwei Mitglieder ernannt würden, welche alle in ihrem Lande erschienenen metallographischen Arbeiten sammeln und Herrn Prof. Heyn übermitteln sollten. Er dankt schließlich Herrn Benedicks für seine interessante Mitteilung bezüglich aller Ergebnisse metallographischer Forschung.

H. Prof. **Le Chatelier** (Paris) erklärt, die Arbeit des Herrn Prof. Heyn mit größtem Interesse gelesen zu haben. Die Frage nach der Natur der Gefügebestandteile sei zweifellos von hoher Wichtigkeit nicht nur für die wissenschaftliche Forschung, sondern

Digitized by Google

auch für die Praxis der Stahlerzeugung. In dieser Beziehung bedeute die Entdeckung Osmonds eine neue Ära. Er halte es aber gleichwohl nicht für angezeigt, daß auf der jetzt betretenen Bahn, täglich neue Gefügebestandteile zu schaffen, weiter gegangen werde Es wäre vielleicht vorteilhafter, eine Verminderung der Zahl anzustreben. Es würde z. B. genügen, beim Stahl nur drei Gruppen zu unterscheiden: Osmondit oder Troostit, Martensit und Perlit oder Sorbit.

H. Prof. **Heyn** entgegnet, daß auch er jeder Vereinfachung gern zustimme. Aber die vorgeschlagene Vereinfachung würde auf Kosten der metallurgischen Wirklichkeit geschehen. Er müsse sich vor allem gegen die Identifizierung des Perlits und Sorbits aussprechen und könne daher der Anregung des Herrn Le Chateliers nicht beipflichten.

Da kein weiterer Redner zum Berichte des Herrn Prof. Heyn das Wort wünscht, schließt der Vorsitzende Herr Busse die Diskussion mit dem Ausdruck besten Dankes für den Berichterstatter Prof. Heyn.

Spezialstähle (I_2)

von L. Guillet.

H. Prof. **Guillet** (Paris) erinnert an seinen Brüsseler Bericht, in welchem er ausgeführt habe, daß sich die Spezialstähle nach ihrer metallographischen Zusammensetzung in perlitische, martensitische-, polyedrische und solche, welche doppelte Kohlenstoffverbindungen enthalten, einteilen ließen, daß aber für die technische Verwendung nur die perlitischen und polyedrischen Stähle Bedeutung besäßen. Heute müsse er hinzufügen, daß auch die polyedrischen Stähle alle Bedeutung verloren haben. Sie finden nur in besonderen Fällen Verwendung, z. B. der Nickelstahl von 36 %, wegen seiner Eigenschaft nicht zu dilatieren, ferner der Nickelstahl von 46 %, dessen Dilatation der des Glases gleich ist, was für Lampenfassungen von größter Wichtigkeit ist. Auch der Hadfieldstahl findet noch in letzter Zeit interessante Anwendung, so z. B. für gewisse Teile des Geleises der Metropolitaine in Paris. Abgesehen hievon habe jedoch der polyedrische Stahl wegen seines hohen Preises und wegen seiner niedrigen Elastizitätsgrenze das ganze Verwendungsgebiet verloren. Es blieben also für die Praxis nur die perlitischen Stähle übrig. Der Fortschritt in ihrer Erzeugung umfasse drei Punkte:

1. Die Einführung von Vanadium, der besonders in Amerika Verwendung findet.

Digitized by Google

2. Die Vereinfachung der thermischen Behandlung. Um den Schwierigkeiten der Härtung bei einer bestimmten Temperatur auszuweichen, habe man vorerst Stähle zu erzeugen versucht, bei denen die Härtetemperatur nicht genau eingehalten werden müsse. Hieher gehören Nickelstähle mit geringem Kohlenstoffgehalt (0·15%) oder Nickelstähle mit höherem Kohlenstoffgehalt, bei welchen jedoch die Härtung in Öl erfolge. In letzter Zeit sei man jedoch bestrebt gewesen, solche Stähle zu schaffen, bei denen der Vorgang des Anlassens vollständig entfallen könnte. Man erzeuge lufthärtende Stähle, welche nicht nur als Werkzeugstahl, sondern auch als Konstruktionsmaterial Verwendung finden. Die metallographische Untersuchung zeige, daß diese lufthärtenden Stähle an der Grenze zwischen perlitischen und martensitischen Stählen liegen. Zu ihrer Härtung genüge die Erwärmung auf eine Temperatur von 800—950° und einfache Abkühlung an der Luft. Mit diesem Verfahren seien sehr interessante Ergebnisse erzielt worden. Stahl von 70 kg Zerreißfestigkeit und 18 % Dehnung zeigte nach Lufthärtung 130—140, ja sogar 150—160 kg mm² Festigkeit und rund 130 kg mm² Elastizitätsgenze, 8—9 % Dehnung und 10 kgm Brucharbeit bei der Kerbschlagprobe.

Die lufthärtenden Stähle seien durchaus Ni Cr-Stähle. Sie enthalten 0·2—0·5 und 0·6% C, 3—7% Ni, 0·15—1% Cr und mitunter 0·1—0·2% Vanadium. Dies sei die Zusammensetzung der meisten im Automobilbau verwendeten Stähle.

3. Das dritte Ziel, das man sich in letzter Zeit gesetzt habe, sei die Vermehrung des Kohlenstoffgehaltes um gegen Reibung besonders widerstandsfähige Stähle zu erhalten. Die in letzter Zeit benützten Stähle haben einen 0·5—0·6% betragenden Kohlenstoffgehalt, 2·5% Ni und 0·5% Cr-Gehalt. Zum Schluß erwähnt Guillet die außerordentlichen Fortschritte der allerneuesten Zeit in der Erzeugung von Kupferstählen und der schnellarbeitenden Werkzeugstähle. Der gegenwärtige Stand dieser beiden Stahlgattungen lasse interessante Mitteilungen für den nächsten Kongreß erwarten.

Der Vorsitzende dankt Herrn Guillet für seinen gehaltvollen Bericht und teilt mit, daß Herr Oberingenieur Max Bermann seinen experimentalen Vortrag über Funken als Erkennungszeichen der Stahlsorten ausnahmsweise in dem Saal der Sektion C halten werde.

Digitized by Google

Funken als Erkennungszeichen der Stahlsorten (VIII$_7$).[1])

H. **Bermann** (Budapest) gibt eine kurze Übersicht seines Berichtes und zeigt an Versuchen, wie deutlich das Funkenbild eines an die Schmiergelscheibe gedrückten Stahlstückes geeignet ist, den Kohlenstoffgehalt, ferner den Gehalt an Mangan, an Wolfram und Chrom zu erkennen und zu beurteilen. Bermann schließt seine interessanten Experimente mit der Hoffnung, bewiesen zu haben, daß Unterschiede von bloß 0·01% Kohlenstoffgehalt an Hand analysierter Muster auch ohne längere Übung und ohne wissenschaftliche Fachkenntnisse sehr leicht zu erkennen seien, daß also die Funkenprobe schon jetzt ein einfaches Prüfungsmittel zur Bestimmung des absoluten oder relativen Kohlenstoffgehaltes der Eisensorten sei und daher zur Kontrolle der chemischen Analyse dienen könne. Bermann bittet, dieser neuen Methode Aufmerksamkeit zuzuwenden, seine Erklärung der Funkenerscheinungen auf ihre Richtigkeit zu prüfen und gibt der Überzeugung Ausdruck, daß die von ihm angeregte Funkenprobe sich den ihr gebührenden Platz in der Materialprüfung sichern werde.

Der Vorsitzende dankt dem Vortragenden bestens für die neuen Anregungen, die er der Versammlung gegeben hat.

(Frühstückpause.)

Der Vorsitzende schreitet zur Behandlung des vom Unterausschuß I a vorgelegten Berichtes:

Aufstellung von internationalen Lieferbedingungen für Eisen und Stahl (VIII$_1$).

Der **Vorsitzende** erteilt, in Abwesenheit des Herrn Dr. Ing. von Rieppel, Herrn Webster das Wort zur Vertretung des Berichtes.

[1]) Zu dieser Frage ist ein schriftlicher Bericht des am Erscheinen plötzlich verhinderten Herrn Oberingenieur Bartel (Budapest) eingelangt, in welchem er die Methode Bermanns, mit deren Theorie zu befassen er sich nicht kompetent fühle, für die Werkstättenpraxis bestens empfiehlt. Mit Hilfe analysierter Normalstäbe lasse sich der Kohlenstoffgehalt auf 0·01% Genauigkeit bestimmen. Insbesondere für die Feststellung von Ungleichmäßigkeiten in der Zusammensetzung eines Materiales ist die Methode sehr geeignet und sogar der Brinellschen Probe überlegen. H. Bartel erwähnt Beispiele der Praxis, bei denen sich die Funkenprobe bewährt und in wenigen Minuten Aufschluß über falsche Behandlung oder Heterogenität gegeben habe. Leider hinterlasse die Bermannsche Methode keine Spuren und eigne sich daher nicht als amtliche Übernahmsprobe. H. Bartel glaubt, daß durch Normalisierung der Schmirgelscheibengeschwindigkeit, des Scheibenmateriales sowie des Anpressungsdruckes Erleichterungen geschaffen werden können, die per Funkenmethode Eingang in die Hüttenwerke und Werkstätten schaffen werde.

Digitized by Google

H. **Webster** (Philadelphia) weist darauf hin, daß in dem vom Unterausschuß herausgegebenen Bericht die Grundzüge für die weitere Arbeit des Unterausschusses dargelegt sind, und bittet um deren Annahme, sowie um eventuelle Anregungen für die weiteren Arbeiten. Er wäre glücklich, die Zustimmung des Kongresses zu besitzen, die Arbeit im gegebenen Sinne bis zum nächsten Kongreß fortsetzen zu können.

H. Prof. **Martens** stellt mit Bezug auf den Bericht des Unterausschusses nachstehenden Antrag:

„Der V. Kongreß begrüßt die Arbeiten des Unter-
„ausschusses 1 a mit Freuden; er erkennt die in der
„Drucksache VIII$_1$ niedergelegten Grundsätze im all-
„gemeinen an und beschließt, die Kommission 1 (Sub-
„Kommission 1 a) möge ihre dankenswerten Arbeiten
„im Benehmen mit den Landesverbänden fortsetzen und
„tunlichst dem VI. Kongreß bestimmte Vorschläge über
„die Grundlagen internationaler Lieferungsverträge vor-
„legen."

Exz. **Belelubsky** (St. Petersburg) weist darauf hin, daß auch Rußland bereits einheitliche Bedingnisse besitze, die von der russischen Regierung herausgegeben worden sind. Er empfiehlt, daß sich die Unterkommission in ihren Zusammenstellungen nicht auf Amerika, England und Deutschland beschränke, sondern auch Rußland und die anderen Länder aufnehme. Er beantragt eine entsprechende Erweiterung der Unterkommission.

H. **Robertson** (London) erwidert, daß sich die Unterkommission grundsätzlich nur mit solchen Bedingnissen beschäftigen konnte, die einen nationalen Charakter haben und nicht mit Bedingnissen von privatem Charakter, selbst wenn diese von einer Regierung ausgingen, die in diesen Bedingnissen ihren Sonderstandpunkt niedergelegt haben. Die vom Unterausschuß zu behandelnden Bedingnisse müssen von nationalen Verbänden anerkannt sein und aus Kommissionen hervorgegangen sein, in denen neben den Konsumenten auch die Produzenten vertreten sind.

Exz. **Belelubsky** erklärt, daß Rußland schon seit vielen Jahren mit der Feststellung der technischen Bedingungen für Eisenmateria beschäftigt ist, und die ganze Eisenproduction Rußlands für Brückenkonstruktionen, Schienen, Achsen u. s. w. (für Schienen schon seit

Digitized by Google

der Dresdener Konferenz) nach einheitlichen Normen geregelt wurde. Für Flußeisen schuf man die technischen Bedingungen im Jahre 1885 — also früher als in Deutschland und in Österreich. Redner habe am Brüsseler Kongress über die umfassenden Schienen-Untersuchungen berichtet, die zur Aufstellung der neuen Schienenbedingungen gedient haben, und verweist auf den Export Rußlands seit 10 Jahren mit Schienen, Lokomotiven, Brücken. Alles das zeige das große Interesse Rußlands an den Arbeiten der Kommission 1 a.

H. Prof. **Martens** macht aufmerksam, daß sein Antrag bereits dem Wunsche nach Ausdehnung auf andere Länder gerecht werde.

H. **Webster** betont die Notwendigkeit, daß, um die anderen Länder einbeziehen zu können, zunächst jedes Land seine einheitlichen Bedingnisse aufstelle. Es werde gewiß die Schaffung solcher Bedingnisse für gutes Material nicht schwer fallen.

H. **Cartault** (Paris) meint, daß sich für die Arbeit des Unterausschusses zwei Gesichtspunkte ergeben. Die eine Aufgabe wäre eine Art internationalen Vokabulariums zu schaffen, in dem jede Nation für ihre technischen Bezeichnungen die äquivalenten Ausdrücke der anderen Sprachen finden kann; damit würde sicherlich eine außerordentlich nützliche Arbeit geschaffen. Die zweite Aufgabe beziehe sich auf einheitliche Bedingnisse. Die Durchführung dieser Aufgabe scheine ihm außerordentlich schwierig. Die Erzeugungs- und Verbrauchsbedingungen ändern sich für jedes Gebiet, so z. B. sind die Anforderungen an Schienen andere in den nördlichen und andere in den südlichen Ländern. Die Kommission könnte nur sehr allgemeine Bedingungen aufstellen, die wenig Interesse bieten würden. Zu genau gefaßte Bedingnisse dagegen würden die große Unzukömmlichkeit in sich bergen, daß sie allen Fortschritt aufhalten würden, da jede Änderung erst einer neuerlichen Begutachtung durch die Kommission unterliegen müßte. Unter solchen Umständen sei es besser, den freien Wettstreit zwischen Erzeugern uud Verbrauchern bezüglich der Bedingnisse und ihres sonstigen Vorgehens bestehen zu lassen.

H. Prof. **Schüle** weist darauf hin, daß der Bericht der Unterkommission noch nicht von der Kommission I behandelt worden sei. Er wünscht, daß auch die nicht produzierenden Länder, wie die Schweiz, mit ihren Lieferungsbedingnissen berücksichtigt werden und schlägt die Annahme des Antrages Martens vor.

Digitized by Google

H. Prof. **Kirsch** unterstützt diesen Antrag, worauf der Vorsitzende die Abstimmung vornimmt.

Der Antrag Martens wird angenommen.[1])

Der **Vorsitzende** bringt sodann den Bericht der Kommission 24: **Über die einheitliche Nomenklatur von Eisen und Stahl** ($VIII_2$) zur Verhandlung.

Der von Prof. Henry M. Howe (New-York) und Prof. A. Sauveur (Cambridge) vorgelegte Bericht umfaßt:

1. eine achtsprachige Benennungstabelle für die Arten und Erzeugungsweisen von Eisen und Stahl,

2. Erläuterungen zu den wichtigsten Arten von Eisen und Stahl, sowie der mikroskopischen Bestandteile dieser Metalle,

3. eine Zusammenstellung besonderer Formen und Abmessungen von Eisen und Stahl,

4. Gutachten von Körperschaften.

Die Kommission bezeichnet als den Zweck der von ihr ausgearbeiteten Erläuterungen, die Bedeutung der in den verschiedenen

[1]) Über die Frage der internationalen Vereinheitlichung der Lieferungsbedingnisse fand auf Grund der Einladung des Herrn Wm. R. Webster aus Philadelphia am 9. September nachmittags um 5 Uhr im Saale der Sektion A eine zahlreich besuchte Versammlung statt, in welcher der Gegenstand in freiem Meinungsaustausch zur Diskussion gelangte. Auf allseitigen Wunsch übernahm Herr Webster den Vorsitz. In zwangloser Besprechung wurde nochmals die Notwendigkeit betont, daß in den einzelnen Ländern zunächst einheitliche Lieferungsbedingungen aufzustellen wären, wie dies bisher nur in Deutschland, England und Amerika der Fall ist. Die Kommission Ia hätte es auf diese Weise in jedem Lande und für jede Materialklasse nur mit einer Vorschrift zu tun, die von einem Prüfungsverband, der aus Produzenten und Konsumenten (in Ländern ohne Eisenproduktion nur aus Konsumenten) besteht, anerkannt ist. Die Idee, daß die Kommissionen der einzelnen nationalen Verbände wie Clearinghäuser für die Vorschriften des betreffenden Landes wirken und sie ausgleichen sollen, während die Kommission Ia dann als internationales Clearinghaus zu wirken hätte, fand allgemeine Zustimmung. Auch wurde die Möglichkeit zugegeben, durch Gegenüberstellung solcher Bedingnisse und durch schrittweise Anpassung bei fallweisen Änderungen sie von haarspalterischen Forderungen zu befreien und, wenn auch nach Jahren, das Ziel einheitlicher Bedingnisse zu erreichen. Der mehrseits ausgesprochene Wunsch, auch andere Länder in die Arbeiten der Kommission Ia einzubeziehen, wurde allseitig anerkannt, insoweit natürlich diese Länder bezüglich der Lieferungsvorschriften den vorbenannten Bedingungen entsprechen und der Generalsekretär übernahm es, dem Vorstand bezüglich der Zuwahl von Vertretern solcher Länder zu berichten. Endlich wurde auch von mehreren Rednern über den Stand einheitlicher Lieferungsbedingnisse in ihrem Lande Mitteilung gemacht.

Digitized by Google

Sprachen gebräuchlichen Ausdrücke kurz zu erklären und jene Grenzen festzulegen, durch welche das beschriebene Metall von den mit ihm leicht zu verwechselnden Metallarten getrennt wird.

Bezüglich der Definitionen der mikroskopischen (Kleingefüge-) Bestandteile (microscopical constituents) bemerken die Autoren, daß ihre Definitionen auf den bekannten und im allgemeinen feststehenden Eigenschaften und nicht auf die Natur und Zusammensetzung, die noch vielfach umstritten sind, beruhen.

Gleichzeitig schlägt der Präsident der Kommission das Wort „metaral" — einen dem Worte „mineral" analogen Ausdruck — für den Begriff „Kleingefügebestandteil" („microscopical constituent") vor. Dieses Wort sei präziser, da einzelne damit bezeichnete Bestandteile, wie Graphit im Roheisen oder primärer Zementit im Ferromangan, gar nicht mikroskopischer Natur sind, andererseits eingeschlossene Gase und gelöstes Eisenoxyd, die doch auch Bestandteile („constituents") sind, von den mit „Metarals" bezeichneten Bestandteilen durch die Bezeichnung auseinandergehalten wären.

Schließlich bemerken die Autoren, daß sie gewisse neu aufgetauchte Namen, wie Osmondit und Troosto-Sorbit, die von gewissen Forschern festgestellt und beschrieben worden sind, in die Liste ihrer Definitionen nicht aufgenommen haben, da ihre Existenz noch Hypothese und noch nicht genug begründet sei.

Prof. Jos. W. **Richards** (South Betlehem) wendet sich gegen das Arbeitsprogramm der Kommission, das dahin geht, die laufenden Bezeichnungen so genau wie möglich festzulegen! Das heiße die bestehende Konfusion festlegen. Forscher dürfen nicht mit ihrer Namensgebung nachhinken, sie hätten vor allem dafür zu sorgen, daß die neuen Produkte der Industrie gleich bei ihrer Geburt einheitlich benannt werden.

Ein solches Produkt der neuesten Zeit sei der im elektrischen Ofen erzeugte Stahl, der bisher wegen seiner hohen Qualität als Tiegelflußstahl verkauft und gezahlt wird. Ein zweites weniger vollkommenes Produkt entstehe so, daß Roheisen in der Bessemerbirne oder im Martinofen vorbehandelt (decarburiert) und im Elektroofen zu Ende raffiniert wird. Benennungen für beide Erzeugnisse fehlen gänzlich im Bericht. Die Vorsorge für die wissenschaftliche Bezeichnung solcher Produkte sei doch die vornehmste Pflicht einer Kommission für einheitliche Nomenklatur.

Digitized by Google

Bezüglich der Details erklärt sich der Redner mit den für die Definitionen des „Zementstahles" (blister steel) und des Gußeisens (cast iron) aufgestellten Prinzipien — dahin gehend, daß für Gußeisen die Zusammensetzung und nicht der Umstand des Gegossenseins und daß für Zementstahl seine durch den Zementprozeß bewirkte Zusammensetzung und nicht das blasige (blister) Gefüge maßgebend sei — einverstanden. Nach dem gleichen Prinzip sei Roheisen das Produkt des Gebläse-Hochofens oder ein ähnliches Produkt des elektrischen Hochofens. Die Kommission war inkonsequent, dem Roheisen eine andere als die erwähnte Definition zu geben, bezw. eine Definition zu geben, die der allgemeinen Übung und der Logik widerspricht.

Was den Begriff „Stahl" betrifft, so beantragen die Herren Pourcel und Greiner eine weit praktischere Definition als jene der Kommission.

Die wichtigsten Nachträge, die der Kommission obliegen, betreffen: Elektro-Roheisen (Electric pig iron, or electric furnace pig iron): Gußeisen, erzeugt durch Reduktion des Eisens im elektrischen Ofen.

Elektro-Stahl oder reiner Elektro-Stahl (Electric steel or all-electric steel): Stahl, vollständig im Elektro-Ofen erzeugt.

Bessemer-Elektro-Stahl (Bessemer-electric steel): Stahl, erzeugt im elektrischen Ofen, in den das in der Bessemerbirne geschmolzene Metall eingebracht wird.

Martin-Elektro-Stahl (Open hearth-electric steel): Stahl, erzeugt im elektrischen Ofen, in den das bereits im Martinofen geschmolzene Metall eingebracht wird.

Damit sind selbstverständlich nicht alle im Handel vorkommenden Stahl- und Eisensorten erschöpft, deren Namen im Kommissionsbericht vollkommen fehlen.

Der Redner schließt damit, daß sich nach seiner Ansicht die Aufgaben der Kommission nach zwei Richtungen bewegen sollten: Genaue Revision der bestehenden Ausdrücke und Vorsorge von Namen für neu auf dem Markt erscheinende Produkte.

Zu diesem Zwecke soll eine Kommission gebildet werden, in welche die einflußreichsten Verbände je ein Mitglied entsenden mögen. Die Beschlüsse dieser Kommission sollen für die betreffenden Verbände in ihren Veröffentlichungen bindend sein.

Digitized by Google

H. Prof. **Richards** beantragt, daß

das Comité des Forges de France,
der Verein deutscher Eisen-Hüttenleute,
Jern Kontoret in Schweden,
das Iron and Steel Institute in London
und das American Institute of Mining Engineers

um Entsendung je eines Mitgliedes in diese Kommission angegangen werden und daß die Aufgabe der Kommission dahin festgesetzt werde,

daß die jetzige Nomenklatur revidiert werde,
daß für neue Produkte richtige wissenschaftlich begründete Namen empfohlen werden
und daß für eine vernünftige zukünftige Ausdehnung dieser Nomenklatur vorgesorgt werde. Die Beschlüsse der Kommission hätten für die Verbände bindend zu sein.

H. Prof. **Le Chatelier** (Paris) sagt, die Arbeit der Kommission lasse zwei Teile unterscheiden. Der eine Teil sei vornehmlich technischer, der andere Teil wissenschaftlicher Natur. Über den technischen Teil gebe es wohl nicht viel zu diskutieren. Jedes Land hat seine Sprache mit seinen, seit langem bestimmten Ausdrücke für die Eisen- und Stahlprodukte. Die Zusammenstellung aller dieser in den verschiedenen Ländern gebräuchlichen Ausdrücke ist eine Arbeit von hohem Interesse, zumal sie von Leuten höchster Kompetenz bewerkstelligt wurde. In dieser Beziehung bilde dieser Bericht eine wertvolle Ergänzung der technischen Wörterbücher, für die man der Kommission besten Dank schulde. Anders stehe es bezüglich des wissenschaftlichen Teiles. Hier wäre es Sache des Kongresses, richtunggebend zu wirken. Es wäre insbesondere wichtig, die Namen gewisser Gefügebestandteile festzulegen, da auf diesem Gebiete noch arge Konfusion herrsche. So wird z. B. derselbe Gefügebestandteil von Osmond als Troostit, von Stead als Sorbit, von Prof. Heyn als Osmondit und von Prof. Arnold als Martensit bezeichnet. Der Redner glaubt daher vor allem an den Kongreß die Frage stellen zu sollen, ob er nicht einverstanden sei, die Nomenklatur einer gewissen Anzahl von Gefügebestandteilen, über welche man bereits einig ist, endgültig festzulegen. Sofern dieser Antrag gebilligt würde, könnte eine Vereinigung der zahleich hier anwesenden Metallographisten darüber entscheiden, welche Gefügebestandteile zu einer solchen Fest-

Digitized by Google

stellung bereits geeignet seien, bezw. welche Gefügebestandteile mit Rücksicht auf Meinungsverschiedenheiten vorläufig außer Betracht bleiben sollen. Der Redner bemerkt schließlich, daß er mit dem von der Kommission vorgeschlagenen neuem Worte „Metaral" sehr einverstanden sei. Man müßte jedoch mit demselben analog dem Gebrauch des Wortes „Mineral" nur ein homogenes Material bezeichnen. Ebenso wie man Granit nicht als Mineral, so dürfe man auch Perlit nicht als Metaral bezeichnen. Für die Aggregate der Gefügebestandteile müßte ein anderer Ausdruck geschaffen werden. Der Redner gibt der Hoffnung Ausdruck, daß der Kongreß seinem Antrag zustimme, schon jetzt gewisse wissenschaftliche Bezeichnungen, die in der metallographischen Literatur bereits allgemein Verwendung finden, zu fixieren.

H. Prof. **Martens** stimmt H. Le Chatelier zu. Bezüglich Bezeichnung von neuentdeckten Gefügebestandteilen müsse jedoch unbedingt erst das Gutachten und Einverständnis der nationalen Verbände eingeholt werden, bevor ein Beschluß des Kongresses gefaßt werden könne.

H. **Harbord** (London) bemerkt, daß er leider zu einer Zeit in die Kommission gewählt wurde, als der Bericht der Kommission nahezu fertig war. Er konnte daher an der Diskussion der Erläuterungen vor ihrer Veröffentlichung nicht teilnehmen. Zu seinem Bedauern müsse er erklären, daß er nicht in jeder Hinsicht mit dem Berichte übereinstimme. So entspreche die Definition von Zementstahl (blister steel) nicht der englischen Auffassung. Nach dieser ist Zementstahl ein durch den Zementprozeß gekohltes Schmiedeeisen von solcher Reinheit in Bezug auf Phosphor und Schwefel, daß es als hochklassiger Tigelflußstahl oder als schweißbarer Raffinierstahl verwendet wird. Gemäß englischer Auffassung sei das Fehlen von Phosphor und Schwefel für die Bezeichnung „blister steel" wesentlich. Er beantrage in Übereinstimmung mit H. Stead, daß mit Rücksicht auf die große Wichtigkeit der Definition die Kommission ersucht werde, ihre Erläuterungen neu durchzusehen und in Übereinstimmung mit den Auffassungen der Techniker jeden Landes zu bringen.

H. Dr. **Misangyi** (Budapest) ersucht, daß der Tabelle der Kommission auch die ungarischen Bezeichnungen beigefügt werden.

H. **Greiner** (Seraing) anerkennt den technischen Wert des Berichtes der Kommission 24, deren Arbeit vollsten Dank

Digitized by Google

verdient; er verweist jedoch in Hinsicht der Unterscheidung von Eisen und Stahl auf den hier zur Verteilung gelangten, von ihm und H. Pourcel verfaßten Bericht. H. Greiner gibt der Ansicht Ausdruck, daß die einfache Bezeichnung, welche er im Jahre 1869 für Eisen und Stahl gegeben hat, und die lautet: „Eisen unterscheidet sich von Stahl einfach durch den Herstellungsprozeß. „Derart ist jedes schmiedbare, gegossene Material Stahl „und jedes schmiedbare, nicht gegossene Material „Schmiedeisen. Man hätte demnach zu unterscheiden: „1. Roheisen, gegossen, nicht schmiedbar; 2. Schmiedeeisen, „nicht gegossen, jedoch schmiedbar und 3. Stahl, gegossen „und schmiedbar", was heute mehr denn jemals angebracht wäre.

Als Einwand werde in der Anmerkung auf Seite 11 des Berichtes der Kommissions 24 angeführt, daß das, was man bis jetzt Zementstahl genannt hat, nunmehr Zementeisen würde. Demgegenüber, sagt H. Greiner, kann man antworten, daß Zementstahl bereits ein historisches Produkt zu werden beginne, da $^{9}/_{10}$, wenn nicht $^{99}/_{100}$ dieses Metalls als Rohmaterial zur Tigelflußstahlerzeugung Verwendung finde, und dieses letztere seit Auftreten des elektrischen Ofens im Verschwinden sei. Es sei also für die Praxis bedeutungslos, ob die Bezeichnung Zementeisen oder Zementstahl lauten würde. H. Greiner zitiert zur Begründung der von ihm vorgeschlagenen Nomenklatur eine typische Bemerkung des Prof. Ledebur: „$^{9}/_{10}$ der Produkte, welche von den deutschen Stahlwerken geliefert werden, bestehen aus einem Metall, welches praktisch nicht härtbar ist. Man muß also annehmen, daß diese Stahlwerke glauben, weichen Stahl und kein Eisen zu erzeugen, um ihren Namen zu begründen." Welches andere Metall außer Eisen gibt mit einem anderen Körper, und zwar mit Kohlenstoff, dessen Gehalt zwischen 0·05—4·6% schwankt, gemischt, eine so große Menge in physikalischer als mechanischer Beziehung so verschiedener und verschieden gearteter Produkte wie das Eisen? Weder Kupfer, Blei, Zink und Zinn weisen eine solche Menge Verwandlungen auf.

Gegenüber denjenigen, welche die Härtbarkeit als charakteristisches Kennzeichen des Stahls beibehalten möchten, bemerkt H. Greiner, daß es gemäß ihrer Definition unmöglich wäre, das Wort „Stahlguß" für Gußstücke zu verwenden, da der größte Teil derselben mit 0·10% oder noch weniger Kohlenstoff hergestellt und

Digitized by Google

unter dem Hammer gut kalt biegbar ist. Solche Stücke würden von den Fabrikanten und den öffentlichen Körperschaften fälschlich „Stahlguß" genannt. Ist dieser Einwand nicht viel wichtiger als der, den man gegen Zementstahl vorbringt, zumal es sich bei Stahlguß um ein Erzeugnis von vielen Tausend Tonnen, bei Zementstahl um ein Produkt geringster Verwendung handle? Man muß zugeben, daß die Feststellung der Härtbarkeit als Merkmal für den Bezeichnungsunterschied zwischen Eisen und Stahl heute nicht einmal mehr durch jene kommerziellen Interessen, die seinerzeit in Deutschland beim Auftreten des Thomasprozesses maßgebend waren, verteidigt werden könne. Und was bleibe nun übrig, um sie beizubehalten? Die Logik sicherlich nicht. Von diesem Standpunkte aus würde selbst Wedding die von ihm herstammende Definition von Eisen und Stahl aufgeben.

H. Greiner schließt mit dem Hinweis darauf, daß wohl das im Bericht der Kommission niedergelegte Arbeitsprogramm eine willkürliche Verbesserung der jetzigen Bezeichnungen ausschließe; aber er und Pourcel glauben, daß die Kommission diese Richtschnur nicht verlasse, wenn sie als „Stahl" alle formbaren und durch Schmelzen erhaltenen Produkte der Siderurgie bezeichnen werde.

Der vorgerückten Stunde wegen verschiebt der Präsident die weitere Debatte und Abstimmung auf den nächsten Tag und schließt um 2 Uhr 30 Min. den 1. Sitzungstag.

---

2. Sitzungstag, Donnerstag, den 9. September 1909.

Der Vorsitzende H. Direktor **Busse** eröffnet um 9 Uhr 45 Minuten vormittags die Sitzung. Er ladet die Ehrenpräsidenten und Ehrenschriftführer ein, ihre Plätze auf der Estrade einzunehmen und erteilt als erstem Herrn Guillet das Wort zu seinem Bericht über die Arbeiten der Kupferkommission:

Grundlagen für Lieferbedingnisse für Kupfer ($VIII_2$).

H. **Guillet** (Paris) gibt einen kurzen Auszug aus dem bereits in Händen aller Mitglieder befindlichen Kommissionsbericht. Wie begreiflich, konnte die Kommission ihre Arbeiten nicht vollenden, aber die Rundfragen an die Mitglieder der verschiedenen Nationen haben reichliches und wertvolles Material zusammengetragen und

Digitized by Google

es sei zu erwarten, daß die Kommission dem nächsten Kongreß bereits einen definitiven Vorschlag werde vorlegen können. Guillet glaubt schon jetzt vorschlagen zu sollen, daß der Wirkungskreis der Kommission auch auf die verschiedenen Legierungen von Kupfer, wie Bronze, Messing etc. ausgedehnt werde.

H. Prof. **Martens** unterstützt den Antrag Guillets und regt an, daß die Kupferkommission mit der Kommission 1, beziehungsweise 1 a für einheitliche Lieferungsbedingnisse für Eisen und Stahl zusammenarbeite.

H. **Guillet** hält ein Zusammenarbeiten seiner Kommission mit der Kommission 1 nicht für zweckmäßig. Es gäbe keinen Zusammenhang mit den Prüfungsverfahren für Eisen und Stahl, außer hinsichtlich ganz allgemeiner Punkte, wie die Form des Probestabes etc.

Es wird hierauf folgender Beschluß einstimmig angenommen:

„Der Kongreß spricht für die Arbeit der Kommission 38 „seinen Dank aus und stimmt dem Antrag der Kommission „zu, daß ihre Aufgabe auch über die Lieferungsbedin„gungen aller Kupferlegierungen ausgedehnt werde."

Der Vorsitzende schreitet zum nächsten Punkt der Tagesordnung:

Vereinheitlichung der Prüfungsverfahren für Dampf-, Gas- und Wasserleitungsrohre ($VIII_6$).

H. **Karsten** (Kopenhagen) weist vor allem darauf hin, daß bisher keine allgemeinen Bedingungen für Rohre vorliegen und sieht darin den wesentlichsten Grund für die Verschiedenheit des Gewichtes und der Qualität der von den verschiedenen Werken gelieferten Rohre. Dieser Übelstand sei erst vor kurzem vom Herrn Direktor Ingenieur M. Haller in der in Frankfurt a/M. tagenden Versammlung der Heizungs- und Lüftungsfachmänner betont worden. Der dänische Ingenieurverein habe versucht, allgemeine Bedingnisse aufzustellen und als Grundlage für diese Arbeit habe die dänische Staatsprüfungsanstalt unter Leitung des Herrn Prof. Hannover umfangreiche Versuche angestellt. Herr Prof. Hannover habe die Ergebnisse dieser Versuche und die aufgestellten Normen bereits auf dem Brüsseler Kongreß bekanntgegeben. Seither haben weitere Versuche einige Abänderungen dieser Normen für zweckmäßig

Digitized by Google

erscheinen lassen. Hauptsächlich mußten die Gewichtsbestimmungen etwas modifiziert, die äußeren Durchmesser mit den neuesten deutschen Bestimmungen in Übereinstimmung gebracht und eine nähere Bestimmung über die Anzahl der Proberohre getroffen werden. In dem vorgelegten Berichte seien die im Ausschuß des dänischen Ingenieurvereines vorgeschlagenen Lieferungsbedingnisse aufgenommen. Herr Karsten beantragt, dieselben einer Kommission zur weiteren Durcharbeitung zu übergeben und sie zur Grundlage internationaler Lieferungsbedingnisse zu machen.

H. **Wood** (Philadelphia) schlägt vor, die Frage der Aufstellung einheitlicher Lieferungsbedingnisse für Rohre der bereits bestehenden Kommission 1, beziehungsweise dem Unterausschusse 1 a zuzuweisen.

H. **Robertson** (London) möchte die Gewindefrage für Rohre ausgeschaltet wissen; er macht darauf aufmerksam, daß sich zum Studium der Frage einheitlicher Gewinde für Rohre vor zwei Monaten eine internationale Kommission in Paris konstituiert habe; man möge daher die Arbeiten dieser Kommission nicht durch parallele Arbeiten stören und das Studium dieser Frage allein der Pariser Kommission überlassen und sich mit dieser Kommission ins Einvernehmen setzen.

H. Prof. **Martens** beantragt demgemäß die Zuweisung der Frage der einheitlichen Lieferungsbedingnisse für Rohre, exklusive der Gewinde, an die Kommission 1, welche im Benehmen mit den nationalen Verbänden der einzelnen Länder die Vereinheitlichung anstreben möge.

H. **Karsten** stimmt zu, worauf der Antrag Martens mit dem Wortlaute:

„Der Kongreß nimmt mit Dank die wertvolle Arbeit „des Herrn Karsten über Normen für schmiedeiserne „Röhren zur Kenntnis und überweist sie der Kommission 1 „zur Überprüfung und Vorlage eines Berichtes bis zum „nächsten Kongresse. Dabei wäre die Frage des Gewindes „auszuschalten"

einstimmig angenommen wurde.

Härteprüfung.

Der Referent H. Dr. **Ludwik** (Wien): Da sein offizielles Referat über Härteprüfung vorliege, glaube sich der Redner auf

Digitized by Google

eine flüchtige Inhaltsübersicht beschränken zu können, um die hier zu berührenden Hauptfragen in Erinnerung zu bringen und die Diskussion einzuleiten.

Das Referat zerfällt in drei Teile.

Im ersten Teile werden die Brinellschen Kugeldruckproben, und zwar a) mit Durchmessermessung, b) mit Tiefenmessung behandelt.

Bei der Durchmessermessung kann man, wenigstens im allgemeinen, mit flacheren Eindrücken arbeiten als bei der Tiefenmessung. Daher wird die Durchmessermessung inbesondere vorteilhaft sein:

1. bei harten Materialien; 2. bei schmalen oder dünnen Probestücken; 3. dort, wo das Material möglichst wenig verletzt werden soll; 4. wo es sich speziell um die Ermittlung der Oberflächenhärte handelt.

Hingegen hat die Tiefenmessung den Vorteil der Einfachheit, da hier die etwas umständliche, nachträgliche Messung des Eindruckdurchmessers (mittels Mikroskops od. dgl.) entfällt.

Eine Tiefenmessung auch sehr flacher Kugeleindrücke ist nur bei Benützung des Kugeldruckapparates von Martens und Heyn möglich. Dieser Apparat gestattet daher — eine Genauigkeit der Tiefenmessung von etwa einem Tausendstel Millimeter vorausgesetzt — die eben erwähnten Vorteile sowohl der Durchmesser- wie auch der Tiefenmessung gut auszunützen.

Eine ausführliche Beschreibung des Martensschen Apparates liegt als besonderer Kongreßbericht im Drucke vor. Der Apparat selbst ist im Ausstellungsraume zu besichtigen.

Im zweiten Teile des vorliegenden Referates wurden die den Kugeldruckproben verwandten Kegeldruckproben erörtert.

Bei den Kegeldruckproben ist, im Gegensatze zu den Kugeldruckproben, die Härtezahl unabhängig von der Größe der angewendeten Belastung, bezw. von der Größe des Eindruckes und daher durch eine einzige Zahl ausdrückbar. Es ist also grundsätzlich gleichgültig, wie tief die Kegelspitze in das zu prüfende Material eingedrückt wird.

In dem gedruckten Referate habe Redner ausschließlich Kegeldruckapparate mit Tiefenmessung angeführt. Als er nun gestern die unten ausgestellten Festigkeitsmaschinen besichtigte, entdeckte er einen Kegeldruckapparat, welcher eine automatische Durch-

Digitized by Google

messermessung des Kegeleindruckes ermöglicht, was er für sehr vorteilhaft halte.

Im dritten Teile des Referates wurde die praktisch so wichtige Frage der Beziehung zwischen Härte und Festigkeitseigenschaften (insbesondere zwischen Härte und Streckgrenze, sowie zwischen Härte und Zugfestigkeit) behandelt.

Da diese Frage mit sehr weitgehenden Problemen enge verknüpft ist, wolle Redner hier nur erwähnen, daß grundsätzlich keine einheitliche Beziehung zwischen Härte und Festigkeitseigenschaften bestehen kann, da diese Beziehung abhängig ist: 1. von der Form des Zugdiagrammes; 2. von der Form des Eindruckes.

Dies schließt jedoch durchaus nicht die Möglichkeit aus — innerhalb mehr gleichartiger Materialgruppen mit für praktische Zwecke häufig genügender Annäherung — die Streckgrenze und Zugfestigkeit aus der Härte mittels eines (nur für diese Materialgruppe gültigen) Erfahrungskoeffizienten zu bestimmen.

Mit einer Einschränkung jedoch: nämlich nur bei einschnürenden Materialien, da sonst das Verhältnis der Zugfestigkeit zur Härte auch noch wesentlich von der Kohäsion des betreffenden Materiales abhängig ist (so z. B. bei Gußeisen). Daß bei einschnürenden Materialien dieses Verhältnis unabhängig von der Materialkohäsion ist, geht ja ohne weiteres schon daraus hervor, daß man die Zugfestigkeit solcher Materialien bestimmen kann, ohne überhaupt den Probestab zu zerreißen, also ohne die Materialkohäsion zu überwinden. Natürlich können Härteproben Zugproben stets nur teilweise ersetzen, da ja die Zugprobe auch zur Beurteilung der Dehnbarkeit (bezw. der Zähigkeit und Schmeidigkeit) des Materiales dient, wogegen die Härtezahl natürlich keinen direkten Rückschluß auf diese Materialeigenschaften zuläßt.

Dort, wo jedoch die Zugprobe lediglich zur Bestimmung der Zugfestigkeit (nicht auch der Dehnbarkeit etc.) dient, wären bei einschnürenden Materialien Zugproben gewiß in vielen Fällen vorteilhaft durch die viel einfacheren und billigeren Kugel- bezw. Kegeldruckproben zu ersetzen.

In diesem Sinne wurde auch in der letzten Generalversammlung des österreichischen Materialprüfungsverbandes der Beschluß gefaßt „bei einschnürenden Materialien zum eventuellen Ersatze von Zugproben (welche lediglich zur Bestimmung der Zugfestigkeit

Digitized by Google

dienen) durch Härteproben die Durchführung von vergleichenden Zug- und Kugel- bezw. Kegeldruckproben zu empfehlen."

Der Redner schließt mit der Hoffnung, daß die hiemit eingeleitete Diskussion Gelegenheit bieten werde, auf die eben berührten und verwandten Fragen ausführlicher einzugehen.

H. Dr. **Benedicks** (Upsala) beglückwünscht den Vortragenden zu dem Erfolg seiner Prüfungsmethode. Wenn man den Fortschritt ins Auge fasse, welchen die Brinellsche Methode im Vergleich zu der alten Methode von Calvert und Johnson gemacht habe, die bekanntlich einen eingepreßten abgestumpften Kegel aus gehärtetem Stahl als Probemittel verwendeten, muß man den neuen Erfolg der Kegeldruckprobe anstaunen. Es sei ein Erfolg des Vortragenden, für diese Probe die Gültigkeit des Kickschen Gesetzes der proportionalen Widerstände nachgewiesen zu haben. Bezüglich der Kugeleindrücke habe er die Gültigkeit des Kickschen Gesetzes nicht gefunden. Mache man eine Härtebestimmung mit einer Kugel von 5 mm Durchmesser bei 500 kg, so erhalte man eine bestimmte Härtezahl. Wäre das Kicksche Gesetz gültig, müßte bei einer Kugel von 10 mm Durchmesser ein Druckgewicht von 2000 kg notwendig sein, um zu derselben Zahl zu gelangen, während 3000 kg notwendig waren. Über diesbezügliche Versuche berichte die Doktors-Dissertation des Redners. Er hebt noch hervor, daß die Brinellsche Methode für vergleichende Untersuchungen sehr ungleich harter Materialien viel geeigneter sei als das Ludwiksche Verfahren, dessen vorzüglichste Anwendbarkeit für mittlere Härten wohl nicht zu bezweifeln sei.

H. **Roos af Hjelmsäter** (Stockholm) hebt die große Anwendbarkeit der Brinellschen Probe hervor und gibt der Hoffnung Ausdruck, daß auch die Kegeldruckprobe von Ludwik wegen der Unabhängigkeit der erhaltenen Härtezahlen von der Größe des verwendeten Druckes außerordentlich gute Dienste leisten werde. Redner bemerkt jedoch hiezu, daß es ihm für praktische Zwecke nicht empfehlenswert erscheine, die Tiefe des resultierenden Eindruckes zugrunde zu legen, weil beim Eindrücken des Kegels in das Material eine Randwulst entstehe, die die Messung beeinflusse. Richtiger erscheine es, den sichtbaren Durchmesser zu messen. Die Aktiengesellschaft „Alpha" in Stockholm habe eine gute Ablesevorrichtung ausgearbeitet, die sich leicht an jeder Kugel-

Digitized by Google

druckmaschine montieren lasse. Die mit dieser Maschine erhaltenen Resultate bestätigen die von Ludwik gefundene Unabhängigkeit der Kegeldruckhärte von der Größe des Druckes.

H. C. **Ramos y Comas** (Madrid) findet es nicht richtig, von der Härte auf die Zugfestigkeit schließen zu wollen. Die Kugeldruckprobe sei bei Materialübernahmen zur Bestimmung der Homogenität sehr geeignet, besonders für Schienenmaterial.

H. Prof. **Rejtő** (Budapest) bestreitet die Behauptung, daß bei der Kugeldruckprobe das Kicksche Gesetz der proportionalen

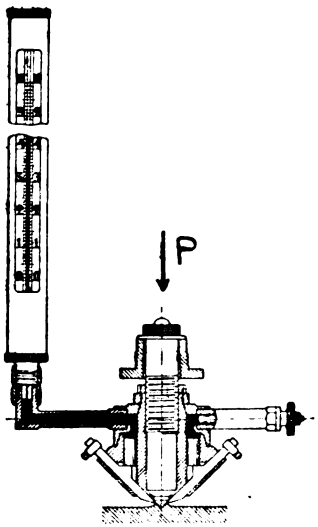


Fig. 5.

Apparate der Akt.-Ges. „Alpha“, Stockholm, für Kegeldruckproben.

Widerstände nicht zutreffe. Das dürfte daher rühren, daß Benedicks die Drucktiefe und nicht den Eindruckswinkel, bezw. Centriwinkel des Eindruckes in Betracht gezogen habe.

H. Prof. **Guillet** (Paris) weist darauf hin, daß man als wichtigste Aufgabe der Brinellschen Probe bisher die Bestimmung der Härte, bezw. der Zugfestigkeit hingestellt habe. In den ihm unterstehenden Werken habe die Brinellsche Methode eine neue Verwendung gefunden, und zwar zur Untersuchung, ob die thermische Behandlung eines Stückes den gewünschten Erfolg gehabt habe.

Digitized by Google

Die Kugeldruckprobe ermöglicht eine solche Untersuchung ohne Rücksicht auf die Größe des Stückes und ohne das Stück selbst für die weitere Verwendung ungeeignet zu machen. Der Redner bemerkt sodann, daß eine enge Beziehung zwischen dem Koeffizienten, der zur Bestimmung der Bruchfestigkeit aus den Ergebnissen der Härteprobe dient, und der Struktur besteht. Nickelstahl und perlitischer Stahl besitzt einen anderen Koeffizienten als martensitischer oder polyedrischer Stahl. Was die Anwendung der Kugeldruckprobe auf Kupfer anbelangt, verweist der Redner auf seinen und des Herrn Revillon Bericht. Die im Zuge befindlichen Versuche lassen die Anwendung der Kugeldruckprobe vorteilhaft erscheinen. Was die Größe der Kugel betrifft, so wird man insbesondere bei Kupferlegierungen auf die Struktur und die Größe der Kristalle Rücksicht nehmen müssen. Besonders bei Antifriktionsmetallen ist man mit den normalen Kugeln nur in der Lage, eine kleinere Zone von Kristallen in das Druckgebiet zu bringen, so daß dadurch unregelmäßige Ergebnisse erhalten werden.

H. Dr. **Benedicks** (Upsala) bemerkt gegenüber H. Prof. Rejtő, daß bei seinen Messungen der Eindruckswinkel berücksichtigt wurde.

H. Prof. **Rejtő** vermutet, daß vielleicht bei den Benedicksschen Versuchen die Kalotte an Stelle der Kreisfläche in Rechnung gezogen wurde und sich daraus der Widerspruch ergebe.

H. Dr. **Benedicks** hebt hervor, daß es aus geometrischen Gründen bei Proben unter konstanten Eindruckwinkel gleichgültig sei, ob die Kalotte oder die Kreisfläche in Rechnung gezogen werde.

H. **Rosenhain** (Teddington) macht darauf aufmerksam, daß die Kegeldruckprobe leicht dann unbestimmte und unsichere Resultate ergebe, wenn die Spitze die geringste Abrundung erhalte. Er gibt bekannt, daß er sehr günstige Resultate durch Messung der Härte mittels Rückpralls eines auffallenden kleinen Kegels mit abgerundeter Spitze erzielt habe.

H. Prof. **Hannover** (Kopenhagen) glaubt, daß die Rückprallmethode, die von H. Rosenhain erwähnt wurde, nur für ganz bestimmte Konstruktionsteile mit Vorteil Anwendung findet, z. B. für Körper, wie hartgegossene Walzen, die schon feingeschliffen sind und die man beschädigen würde, wenn eine Brinellsche Kugelprobe oder eine Ludwiksche Kegelprobe angewendet würde.

Digitized by Google

Aber die Eigenschaft, die man dabei findet, ist nicht derselben Natur wie diejenige, die man bei den letztgenannten Proben zu bestimmen sucht, wie auch H. Rosenhain bemerkte. Obgleich diese Methode sehr nützlich sein kann, um zu untersuchen, ob das Material der Walze überall in der Kruste gleichartig ist, so fällt diese Methode doch eigentlich außerhalb dieser Diskussion.

H. Prof. **Kirsch** (Wien) findet, daß sich die Kräfte durch die große Anzahl der in Versuch stehenden Proben zersplittern. Es sei nicht notwendig, eine Kegeldruckprobe zu schaffen, sondern es wäre vielmehr richtig, die Brinellsche Kugeldruckprobe in vollkommenster Weise anzuwenden. In dieser Beziehung biete der Apparat von Prof. Martens das Beste. Die Rückprallmethode sei wohl nur bei ganz elastischen Körpern anwendbar.

H. Prof. **Martens** glaubt, daß es vor allem Aufgabe der Materialforschung wäre, eine Methode so auszubauen, daß sie praktische Ergebnisse liefere, d. h. daß ihre Ergebnisse für gleiche Materialien mit Sicherheit gleiche Werte liefere.

Exzellenz **Belelubsky** erwähnt, daß die Kugeldruckprobe in Rußland seit 7 Jahren in Anwendung sei und insbesondere viel Versuche mit Schienenmaterial für die russischen Staatsbahnen gemacht wurden.

H. Prof. **Heyn** (Groß-Lichterfelde) gibt eine kurze Übersicht über den Kugeldruck-Apparat Bauart Martens (Bericht II_2).

Die Brinellsche Härtezahl H ist der Druck, bezogen auf die Flächeneinheit der Eindruckskalotte

$$H = \frac{P}{\pi D h}$$

Zur Berechnung der Fläche der Eindruckskalotte wird die Eindruckstiefe h aus dem gemessenen Eindrucksdurchmesser d berechnet. Hiebei wird stillschweigend vorausgesetzt, daß der Krümmungsradius der Kugelkalotte gleich ist dem Radius $\frac{D}{2}$ der unbelasteten Kugel.

Diese Voraussetzung trifft nicht zu. Der Krümmungsradius der Kugelkalotte ist größer als $\frac{D}{2}$; so daß die Brinellsche Härtezahl auf eine gedachte, nicht wirklich vorhandene Eindruckskalotte bezogen ist. Man berechnet aus dem Eindrucksdurchmesser d eine Eindrucktiefe h, die ebenfalls der Wirklichkeit nicht entspricht.

Digitized by Google

Es liegt somit nahe, die Eindruckstiefe unmittelbar zu messen. Mit Rücksicht darauf sei der Härteprüfer Bauart Martens entworfen worden. H. Prof. Meyer habe vorgeschlagen, die Kugeldruckhärte als den mittleren Druck auf die Einheit der Eindruck-Kreisfläche zu definieren.

Hierdurch ist die Umständlichkeit der Berechnung der Kalottenfläche umgangen. Das Verfahren leidet aber noch an der Schwierigkeit, den Durchmesser d zu messen, außerdem führten seine Untersuchungen zu der Beziehung $P = ad^n$, so daß die Bestimmung zweier Konstanten notwendig erscheine. Bei der Martensschen Vorrichtung werde die Kugeldruckhärte für sehr kleine Werte von P (Druckkraft) bestimmt, weil sich bei niedrigen Drücken die Beziehung zwischen „P" und der Eindrucktiefe „h" sehr einfach, nämlich geradlinig gestalte. Der Redner erläutert die Vorteile des Apparates und bespricht die Ergebnisse, die mit demselben erhalten wurden.

H. Prof. **Meyer** (Charlottenburg) entgegnet, daß das Diagramm für die Beziehung zwischen Drucktiefe und Druckkraft nur für sehr kleine Werte von P geradlinig verlaufe. Die Benutzung dieses geradlinigen Teiles des Diagrammes zur Beurteilung der Härte sei an sich ebenso willkürlich, wie die Vorschrift von Brinell, nach der der Diagrammpunkt bei 3000 kg Belastung hierzu verwendet werden soll.

H. Prof. **Heyn** erwidert: Der Einwand des Herrn Vorredners ist nicht zutreffend. Bei dem Apparat Bauart Martens wird die Stärke nicht auf Grund eines willkürlich gewählten Punktes des Diagramms bemessen, sondern innerhalb des Gültigkeitsbereiches der Beziehung $P = f(h) = C \cdot h$ kann man Druck P und Eindrucktiefe h beliebig verändern und gelangt immer zur gleichen Härtezahl. — Die Verwendung geringer Eindrucktiefe h ist außerdem sinngemäß und nicht willkürlich, wenn man, wie z. B. bei Lagermetallen, die ursprüngliche Oberflächenhärte kennen lernen will. Wende man hiebei große Eindrucktiefe an, so erhalte man die Härte des unter der Kugel stark kaltbearbeiteten, also künstlich härter gemachten Materiales. Man kann natürlich mittels keines Apparates das Naturgesetz umgehen, daß die Beziehung $P = ad^n$ oder $P = f(h)$ bei steigenden Drucken P nicht mehr durch eine Gerade darstellbar ist. Mann darf aber auch nicht vergessen, daß in obigen Beziehungen die Steigerung der Härte enthalten ist, die das Material unter der gesteigerten Druckwirkung erfährt. Die

Digitized by Google

Beziehung hat deswegen auch nur dann Wert, wenn man sich tatsächlich ein Bild von der Veränderung der Härte unter der Druckwirkung machen will, nicht aber für solche Fälle, wo man ein Urteil gewinnen will über den Widerstand, den ein Material in seinem ursprünglichen Zustand dem Eindringen eines Körpers entgegensetzt.

H. Prof. **Rejtő** (Budapest), stimmt den Ausführungen des Prof. Heyn vollständig zu, kommt aber auf Grund dieser zu dem Resultate, daß die Methode Martens-Heyn nicht im Gegensatze stehe zur Methode Meyer, sondern daß beide sich ergänzen und deshalb beide in der Praxis angewendet werden können. In dem Falle, wo z. B. die zulässige größte Belastung eines Lagermetalls zu bestimmen ist, wäre die Methode Martens-Heyn anzuwenden, soll aber der Abnützungsgrad des Lagermetalls bestimmt werden, so wäre die Anwendung der Methode Meyer gerechtfertigt.

H. **Stead** (Middlesborough) teilt mit, daß er die Brinellsche Methode seit Jahren angewendet habe; er habe sie erst in letzter Zeit von neuem nach vielfacher Hinsicht sehr nützlich gefunden.

Die Shore-Methode sei sehr geeignet, die verschiedenen Härtegrade von Spurzapfen und anderer Triebwerksteile zu bestimmen. Zahnräder konnten unter der Maschine erfolgreich geprüft und der Härtegrad eines jeden einzelnen Zahnes genau festgestellt werden. Auch die Triebräder der Motorwagen konnten in derselben Weise geprüft werden. Einige Werkzeugfabriken in Sheffield benützen diese Methode zur Prüfung der Härte der von ihr erzeugten Werkzeuge. Jedes Stück, das nicht den richtigen Rückprall gebe, werde zur nochmaligen Härtung zurückgestellt.

H. Prof. **Heyn**: In Ergänzung seines Berichtes über die Entwicklung der Metallographie habe er noch über den Verlust zu berichten, den die metallographische Wissenschaft durch den Tod des Dr. Sorby erlitten hat, dessen bekannte metallographischen Untersuchungen den Anfang der Metallographie bildeten. Redner möchte hervorheben, daß ihm das Ableben des Herrn Dr. Sorby leider unbekannt war. Er gebe der Überzeugung Ausdruck, daß alle Anwesenden den Verlust schmerzlich empfinden.

Der H. **Vorsitzende** fordert die Anwesenden auf, sich zum Zeichen der Trauer zu erheben. (Geschieht).

(Frühstückspause.)

Der Vorsitzende erteilt dem Referenten Dr. Ludwik das Schlußwort.

Digitized by Google

H. Dr. **Ludwik** (Wien) kommt wegen der schon zu weit fortgeschrittenen Zeit nur auf einige wenige Punkte der Diskussion kurz zurück.

Zu den Ausführungen von Benedicks bemerkt Ludwik, daß nicht nur bei den Kegel-, sondern auch bei den Kugeldruckproben das Kicksche „Gesetz der proportionalen Widerstände" Geltung besitze, was auch einschlägige Arbeiten von Eugen Meyer, Harold Moore, Rasch, Rejtő, Stribeck u. a. experimentell bestätigt haben. Die von Benedicks bei Kugeldruckproben gefundenen scheinbaren Abweichungen von diesem Gesetze dürften wohl auf (eventuell durch Kaltbearbeitung, Oberflächenhärte, Probedimensionen etc. bedingten) Nebeneinflüsse zurückzuführen sein.

Die von Roos besprochenen Kegeldruckapparate der Aktiebolaget Alpha in Stockholm mit automatischer Durchmessermessung hält auch der Referent für sehr zweckmäßig.

Bezüglich der von Rosenhain angedeuteten Fehlermöglichkeit durch Abrundung der Kegelspitze verweist Ludwik auf die einschlägige Literatur. Ein an den Kegeldruckapparaten mit Tiefenmessung stets angebrachter Kontrollring gestattet, diesen Fehler leicht zu erkennen und zu berücksichtigen. Die Vorzüge der Durchmesser- gegenüber der Tiefenmessung bei kleinen Kegeleindrücken habe auch der Referent hervorgehoben.

Daß nach Mitteilungen Steads, Kugel- und Kegeldruckproben auch in die Metallographie Eingang gefunden haben, sei mit Freuden zu begrüßen.

Zu der Forderung Hannovers, die Abprallmethoden aus der Diskussion über Härteprüfung ganz auszuscheiden, erinnert Redner an die Versuche Turners, welche einen deutlichen Einfluß der Elastizitätseigenschaften auf die Rückprallhöhe (z. B. Eichenholz „härter" als Kupfer, Gummi so „hart" wie Schienenstahl etc.) ergaben. Trotzdem befürworte Redner die Heranziehung der Abprallmethoden nicht nur für Homogenitätsuntersuchungen, sondern auch für vergleichende Härteprüfung mehr gleichartiger Materialien, insbesondere gehärteter Stähle.

Hieran anknüpfend weist der Referent darauf hin, daß die sehr interessante Diskussion über Härteprüfung wieder bestätigt habe, daß in der technischen Wissenschaft und Praxis verschiedene Härteproben mit Vorteil nebeneinander bestehen können, da verschiedene Zwecke naturgemäß auch verschiedene Prüfungsverfahren bedingen.

Digitized by Google

Nachdem der **Vorsitzende** den Referenten den wärmsten Dank ausgesprochen, bringt er folgenden vom H. Hönigsberg in Wien gestellten Antrag zur Verlesung, der einstimmig angenommen wird:

„Der Kongreß ersucht den Vorstand, dafür Sorge zu tragen, daß dem nächsten Kongreß im Zusammenhang mit der Frage der Härteprüfung durch Kugel- und Kegeldruckproben auch über die Aufsuchung einheitlicher Proben für die Widerstandsfähigkeit der Metalle gegen mechanische Abnützung Bericht erstattet, eventuell eine Kommission mit dem Studium der Frage betraut werde."

Es gelangt zur Diskussion die Hauptfrage:

Gußeisen.

Zu den Versuchstabellen über Festigkeitseigenschaften von Gußeisen bei verschiedenen Querschnitten von separat gegossenen und aus Gußstücken herausgearbeiteten Probestäben (V_1) von Gebr. Sulzer, Winterthur.

H. **F. Meyer** (Winterthur) verweist auf den in Händen aller Mitglieder befindlichen Bericht der Firma Gebrüder Sulzer und möchte demselben nur noch weniges beifügen.

Jeder Gießer, sagt der Redner, wisse, daß man aus der chemischen Zusammensetzung des Gußeisens im allgemeinen Schlüsse auf dessen physikalische Eigenschaften ziehen kann und kauft auch mit Recht sein Eisen nach Analysen. Er wisse aber auch, daß Roheisen von genau derselben Analyse verschiedene Festigkeitseigenschaften haben kann, daß die Analyse nicht allein ausschlaggebend für den Wert desselben ist, sondern daß eine gewisse physikalische Eigenschaft im Eisen steckt, welche die Folge der Herstellungsmethode ist. Allein auch die Erfahrungen und die vorliegenden Versuche weisen auf den ebenso hervorragenden Einfluß hin, welchen die Temperatur des Eisens beim Einschmelzen und beim Gusse, sowie die Abkühlungsverhältnisse des Gußstückes unabhängig von der Analyse auf die Festigkeitseigenschaften ausüben. Dieser Einfluß kann sich unter Umständen in verschiedenen Gußstücken (Eisen aus derselben Pfanne vorausgesetzt) stärker bemerkbar machen, als selbst die verschiedenen Analysen von gleichartigen Gußstücken. Schlüsse aus der Analyse auf bestimmte Festigkeitseigenschaften von Gußeisen zu ziehen ist somit nicht zulässig. Auch die Metallographie, die bekanntlich bei Gußeisen

Digitized by Google

schwierige Arbeit hat, kann kaum zum Ziele gelangen. Welch ungenauen Fingerzeig namentlich separat gegossene dünnere Probestäbe ergeben, sehe man aus den beiden Tabellen des Berichtes. Wer also sein Eisen im Gußstücke selbst möglichst gut erkennen will, muß zu Versuchen wie die vorliegenden greifen.

H. **Greiner** (Seraing) ist der Meinung, daß die Frage der Untersuchung des Gußeisens nicht richtig angepackt worden sei. Die Probeergebnisse — gleichgiltig ob sie solche chemischer oder mechanischer Proben sind, geben nur Anhaltspunkte für die Eigenschaften eines Gußstückes. Beim Guß spiele die Arbeitsweise eine Hauptrolle und in den Kenntnissen des Gießers liege oft ein wichtiger Anteil an der Güte des Gußstückes. Innere Spannungen können ein Stück bei der Verwendung zerstören, dessen Material den Proben standgehalten hat. So wird bei den Zylindern einer Gasmaschine nicht so sehr die Güte des Materials Sicherheit gegen Bruch bieten, als die Handgriffe, die der Gießer zur Vermeidung innerer Spannungen anwendet.

H. Dr. **Moldenke** (New-York) gibt einen kurzen Auszug seines offiziellen Berichtes:

Über vereinheitlichte Prüfungsmethoden des Gußeisens (V_2).[1])

Er stimmt H. Greiner teilweise zu. Die Unmöglichkeit, ein Material von so geringer Homogenität wie Gußeisen mittels eines losen oder angegossenen Probestabes zu beurteilen, stehe fest. Gußeisen sei eine mechanische Mischung von Stahl mit Kohlenstoff und anderen Stoffen, wie P, S, Mn etc. Man könne aber die Spannungen in einem Gußstück nicht prüfen, ohne daß man es zerbricht. Es sei daher notwendig — und die jüngsten Ergebnisse in Deutschland und Amerika bestätigen diese Auffassung — zur Beurteilung eines Gußstückes an eine Untersuchung der Materialqualität zu gehen und zu verlangen, daß beim Guß geeignetes Material verwendet werde.

H. **Greiner** entgegnet, daß in der Praxis sehr oft gute Stücke aus einem Eisen hergestellt wurden, dessen chemische Analyse es später als nicht gut qualifizierte.

[1]) Der zur Zeit der Abhaltung des Kongresses von H. Moldenke als Präsidenten der Kommission 25 über Prüfungsverfahren des Gußeisens vorgelegte offizielle Bericht konnte erst nach dem Kongreß in Druck gelegt werden. Er ist in Nr. 13 der „Mitteilungen“ erschienen.

Digitized by Google

H. Dr. **Moldenke** glaubt, daß man nicht von schlechtem Eisen sprechen könne, denn jedes Eisen kann nur relativ schlecht sein, relativ zu dem Zwecke, für den es bestimmt ist. Redner stellt endlich folgenden Antrag, der angenommen wird:

„Der Kongreß empfiehlt, die der Kommission 25 zu-„gewiesene Aufgabe (Aufstellung einheitlicher Prüfungs-„methoden für Gußeisen und Gußwaren) der Kommission 1 „zuzuweisen."

Der Vorsitzende verweist auf den interessanten Bericht

Einfluß erhöhter Temperaturen auf die mechanischen Eigenschaften der Metalle (VI_1)

des H. Prof. Rudeloff, der leider verhindert sei, denselben hier zu vertreten. Über Antrag des H. Krause (Berlin) wird wie folgt beschlossen:

„Der Kongreß nimmt die Arbeit des H. Prof. Rudeloff „unter Ausdruck seines Dankes für den vorzüglichen „Bericht zur Kenntnis."

Elektrizität und Magnetismus bei der mechanischen Prüfung.

H. **Guillet** nimmt Bezug auf den vorliegenden Bericht der Herren Grünhut und Dr. Wahn (Wien)

Miteinbeziehung der magnetischen und elektrischen Eigenschaften der Metalle bei der chemisch-mechanischen Prüfung (VII_1)

und auf den Bericht des H. E. Rasch (Gr.-Lichterfelde)

Über die Bestimmung elastischer und kritischer Materialspannungen mit Hilfe thermisch-elektrischer Messungen (VII_3)

und weist auf die Bedeutung der in Verhandlung stehenden Frage hin. Er glaubt, daß die Messung der elektrischen Leitfähigkeit rascher und leichter zur Erkenntnis der Materialeigenschaften führen würde als die mechanischen Untersuchungen, insbesondere wo Spezialstähle in Betracht kommen. Er beantragt, daß eine Kommission mit dem Studium dieser Frage betraut werde.

H. Prof. Dr. **Weiß** (Zürich) gibt ein kurzes Resumé über seinen bereits an die Mitglieder verteilten Bericht über

Ferromagnetismus und das Studium der Metalle und Legierungen (VII_2).

Er zeigt, daß nur die Unvollkommenheit der Theorie und der Versuchtechnik daran Schuld sei, daß man heute aus dem

Digitized by Google

Kriterium des Magnetismus noch nicht alle möglichen Erkenntnisse gezogen hat. Er zeigt, was er getan hat, um die Lücke auszufüllen und präzisiert die Natur der Transformationen des Eisens, dessen beide Zustandsformen α und β im Gegensatze zur bisherigen Annahme nicht zwei verschiedene Phasen darstellen. Dagegen stellt der Zustand γ eine neue Phase dar, die von der den beiden vorgenannten Zustandsformen gemeinsamen Phase verschieden ist. Schließlich bot der Magnetismus dem Redner auch Gelegenheit, zu zeigen, wie gewisse noch zweifelhafte Punkte des Eisen-Kohlenstoff-Diagramms festgelegt werden können.

Der Vorsitzende bringt den von H. Guillet gestellten Antrag zur Abstimmung, der in folgender Fassung genehmigt wird:

„Der Kongreß empfiehlt die Ernennung einer Kommis-„sion für das Studium der Verwendung der elektrischen „und magnetischen Eigenschaften der Metalle zu deren „Prüfung."

H. **Rosenhain** (Teddington) ergreift das Wort zu seinem Bericht

Schlackeneinschlüsse im Stahl (Flußeisen) I_4.

Er gibt kurz den Inhalt seines Berichtes wieder, der die große Bedeutung der Schlackeneinschlüsse für das Verhalten der Metalle kennzeichnet. Die Auffindung von Schlackeneinschlüssen im Stahl sei verhältnismäßig leicht. Das direkteste Verfahren bestehe in der Prüfung der Mikrostruktur eines Querschnittes.

Bei gewalztem oder geschmiedetem Material müsse der untersuchte Schnitt ein Längsschnitt sein, da im Querschnitt die Einschlüsse als winzig kleine schwarze Flecke erscheinen, die der Beobachtung leicht entgehen. Rosenhain weist darauf hin, daß trotzdem die Forschung bereits viel Licht auf die Natur der eingeschlossenen Verunreinigungen geworfen hat, deren Natur und Entstehungsweise noch dunkel sei. Stead vermute, daß diese Einschlüsse beim Stahl von der Einführung von Sauerstoff in den Stahl während des Schmelzprozesses oder während des Abstiches herrühren. Stead sehe im vollständigen Abschluß des flüssigen Stahles gegen Sauerstoff ein allerdings praktisch schwer durchführbares Mittel gegen die Silikatbildung. Andrerseits glaubt der Redner, daß sich während des Schmelzprozesses sowie auf dem Wege vom Konverter oder Ofen bis zur Kokille zahlreiche Gelegen-

Digitized by Google

heiten zum Eintritt von Verunreinigungen in den Stahl finden und auch hier eine Verringerung der Gefahrmomente notwendig sei. Redner betont schließlich das weit gefährlichere Verhalten der Schlackeneinschlüsse im Stahl (insbesondere bei Bettung im Perlitgefüge) gegenüber jenem der Schlacke im Schweißeisen. Jeder Schlackeneinschluß sei praktisch genommen ein innerer Riß und das Studium dieser Verunreinigungen von höchster Bedeutung.

H. **Guillet** (Paris) betont gleichfalls die Wichtigkeit des Studiums der Schlackeneinschlüsse, die auf die mechanischen Eigenschaften der Stähle größten Einfluß nehme. Als Beispiel hiefür gibt er eine bei Lieferung von Kesselblech gemachte Erfahrung bekannt. Die fraglichen Bleche zeigten bei der vorgeschriebenen Zerreißprobe 42 kg mm^2 Festigkeit und 20% Dehnung; sie wurden demgemäß übernommen und abgeliefert. Bei der Verwendung zeigten sich jedoch Risse. Die Schlagbiegeproben gaben sowohl bei den den Platten direkt entnommenen Proben als auch bei den durch Wärme entsprechend behandelten Proben schlechte Resultate. Es zeigte sich, daß das Material Schlackeneinschlüsse enthielt, die den Bruch herbeiführten. Für die weitere Lieferung wurden Schlagproben vorgeschrieben.

Der Redner sprach sich schließlich auch für ein weiteres genaues Studium dieser Frage aus und legt einen diesbezüglichen Antrag vor.

H. **Stead** (Middlesborough) bestätigt die im Berichte des H. Rosenhain bezüglich seiner persönlichen Studien gemachten Mitteilungen und sieht in dem Schutz des flüssigen Materiales vor Luftzutritt, ein Mittel gegen Schlackeneinschlüsse. Es sei doch nicht gerechtfertigt, daß das Material, nachdem es im Ofen mit größter Vorsicht erzeugt wurde, dem Sauerstoff der Luft ausgesetzt werde. Unter dessen Wirkung bilden sich — insbesondere durch Verbindung mit Mn und Si — Schlackeneinschlüsse, die zum Teil ausgeschieden werden, zum Teil im Stahl verbleiben und diesen schädlich beeinflußen.

Er hält aber die Ansicht Rosenhains, daß die Risse von den Schlackeneinschlüssen ausgehen, nicht für zutreffend. Er verweist auf analoge Zustände bei Email, das zerbricht, ohne daß sich der Bruch auf das Eisen übertrage.

H. **Segré** (Rom) gibt der Ansicht Ausdruck, daß die häufig vorkommenden und schweren Korrosionen an Lokomotivkesseln

Digitized by Google

eine Folge von Schlackeneinschlüssen seien und beantragt, daß sich eine Kommission mit der Frage der Schlackeneinschlüsse befasse. Er bemerkt hiezu, daß diese und auch andere wichtige die Prüfung des rollenden Materiales betreffenden Fragen bei italienischen Staatsbahnen mit Hilfe der Metallographie erforscht wurden und verweist auf die physikalisch-mechanischen sowie chemischen Studien, die vom Istituto sperimentale zur Lösung zahlreicher materialtechnischer Fragen angewendet wurden. Unter Einem berichtet der Redner auch noch über die Verwendung der Brinellschen Kugeldruckprobe bei den italienischen Staatsbahnen, um bereits verlegte, jedoch im Dienste nicht entsprechende Schienen auf ihre Oberflächenhärte und Zusammensetzung zu prüfen. Zu diesem Zwecke sei eine besondere Anordnung der Prüfungsmaschine getroffen worden und mit Hilfe derselben bereits Hunderte Kilometer Schienen untersucht worden. Der Redner überreicht hierauf dem Präsidenten eine Beschreibung dieser Anordnung samt einem Bericht des Istituto sperimentale über die durchgeführten Kugeldruckproben und einen Bericht über die physikalisch mechanischen und chemischen Studien bei den italienischen Staatsbahnen.[1])

Der Vorsitzende bringt hierauf den Antrag Guillets zur Abstimmung. Der Kongreß beschließt gemäß diesem Antrage:

„Anschließend an die Mitteilung des H. Rosenhain, „der die Wichtigkeit der Frage der Schlackeneinschlüsse „in den metallurgischen Produkten behandelt, wünscht der „Kongreß die Ernennung einer Kommission für das Studium „der Verfahren zur Bestimmung der Einschlüsse, ihres „Einflusses auf die mechanischen Eigenschaften der metall-„lurgischen Produkte und für das Studium der Frage in „ihrem ganzen Umfange."

Um 2 Uhr 30 Minuten schließt der Vorsitzende den zweiten Sitzungstag.

[1]) Zugleich mit diesen Berichten übergab Herr Segré dem Präsidenten einen Bericht des Istituto sperimentale der italienischen Staatsbahnen über die Prüfungsmethoden für das elektrische Konstruktionsmaterial (für Telegraphie, Beleuchtung und elektrische Traktion) dieser Bahnen mit einer Beschreibung des elektrotechnischen Laboratoriums des Istituto sperimentale und des Apparates zur Messung des elektrischen Widerstandes.

Dem Berichte ist eine Note beigegeben, in dem angeregt ist, für das Studium der Prüfung des elektrischen Konstruktionsmateriale eine eigene Sektion des internationalen Verbandes zu schaffen.

Digitized by Google

3. Sitzungstag, Mittwoch, den 8. September.

Der Vorsitzende H. Direktor **Busse** eröffnet um 9 Uhr 45 Min. die Sitzung und erteilt H. Prof. Kirsch das Wort zu einer persönlichen Bemerkung.

H. Prof. **Kirsch** (Wien) ladet unter Hinweis auf seinen Bericht:

Ein neuer Spiegelapparat zu Elastizitätsmessungen ($VIII_4$)

die Anwesenden zu einer Besichtigung des in den unteren Räumen ausgestellten Spiegelapparates ein; er sei bereit, die gewünschten Erläuterungen zu geben.

Der Vorsitzende geht sodann an die Beratung der Hauptfrage

Dauerversuche.

Es gelangt ein Brief des H. **Howard** (Watertown) zur Verlesung, der den offiziellen Bericht:

Die Widerstandsfähigkeit von Stahl gegen wiederholte wechselnde Belastungen (IV_1)

erstattet hatte. In dem Schreiben spricht H. Howard sein Bedauern darüber aus, diesem Kongresse nicht persönlich beiwohnen zu können. Er möchte daher auf diesem Wege darauf hinweisen, daß wohl in seinem Berichte manche Angaben gemacht sind, welche einige bei den Dauerversuchen auftretende Erscheinungen zu erklären geeignet sind, daß aber noch einige andere Erscheinungen ungeklärt bleiben Diese Unvollkommenheit unseres gegenwärtigen Wissens ist hauptsächlich der Grund, warum man noch nicht alle bei Dauerversuchen, bezw. beim erfolgreichen Widerstand der Metalle gegen wiederholte Beanspruchungen maßgebenden Erscheinungen zu deuten verstehe. Um dieses Ziel zu erreichen, mögen die Erfahrungen der Mitglieder nutzbar gemacht werden.

H. Prof. **Schüle** gibt eine kurze Übersicht über den von ihm und H. Ed. Brunner vorgelegten Bericht

Qualitäts- und Dauerversuche mit Kupferdrähten (IV_2).

Er betont nochmals den Einfluß, den der Krümmungsradius bei den von ihnen beiden durchgeführten Proben genommen hat. Ein 8 mm-Draht aus hartem Kupfer zeigte unter einer Zugbeanspruchung von 2 kg/mm² und einer Biegungsbeanspruchung von 8 kg/mm² bei einem Biegungsradius von 4 m fast unbegrenzte Festig-

Digitized by Google

keit gegen Dauerbiegeversuche, während mittelhartes oder weiches Kupfer oder hartes Kupfer verzinnt bei Dauerversuchen mit größtem Biegungsradius und geringster Beanspruchung zum Bruch gebracht werden konnte.

H. Prof. **H. Le Chatelier** begrüßt die Gelegenheit, die durch den Bericht Howards gegeben erscheint, über die Frage der Dauerversuche zu sprechen. Sie sei zweifellos die wichtigste unter den Kongreßfragen, da der Widerstand gegen wiederholte Beanspruchung für eine große Anzahl industrieller Maschinen von größter Bedeutung sei. Trotzdem die Frage vor 50 Jahren schon von Wöhler aufgeworfen wurde, seien die praktischen Studien bisher fast null. Die Ursache sei leicht zu begreifen, die Zahl der ausgeführten Zerreiß-, Härte- und Brüchigkeitsproben zählen nach Millionen, während die Dauerproben kaum Hunderte an Zahl betragen. Und wenn man die Geschwindigkeit der Proben nicht zu beschleunigen vermöge, müßte man Jahrhunderte warten, um zu jenem Stand des Wissens zu kommen, der bezüglich der anderen Proben erreicht sei. Die Proben seien außerdem langwierig und teuer; einige der von Howard durchgeführten Versuche beanspruchten eine Zeit von mehr als 100 Tage nacheinander. Schon die Kosten der Betriebskraft repräsentieren eine hohe Ziffer. Es sei daher notwendig, um in der Erkenntnis über die Dauer der Beanspruchung der Metalle rascher weiter zu kommen, andere Methoden zu suchen. Der Zweck dieser Mitteilung sei es, die Aufmerksamkeit des Kongresses auf neue Ideen zu lenken, die wohl noch nicht vollkommen erforscht seien, die aber verdienen, ehestens einer präzisen experimentellen Prüfung unterzogen zu werden.

„Vollständige Elastizität", fährt der Redner fort, „ist eine Fiktion; sie existiert bei keinen der uns zur Verfügung stehenden Materialien. Wenn wir die Annahme vollständiger Elastizität zulassen, so begnügen wir uns mit einer für viele praktische Fälle genügenden Annäherung. Wäre die Elastizitätsgrenze eine vollständig genaue, gäbe es keine Frage der Dauerversuche; ein Metall müßte den Alternativbeanspruchungen, sofern sie sich innerhalb der Elastizitätsgrenze bewegen, unbegrenzt widerstehen.

In Wirklichkeit gibt jede Deformation — sie mag noch so klein sein — zu drei Erscheinungen Anlaß; sobald die deformierende Kraft zu wirken aufhört, beobachtet man zuerst eine rasche Rückkehr des Metallstückes zu seinen ursprünglichen Abmessungen,

Digitized by Google

das ist der Einfluß der Elastizität. Aber das Stück kehrt, wie genaue Messungen zeigen, nicht vollständig zu den ursprünglichen Abmessungen zurück. Überläßt man das Stück nunmehr sich selbst, fährt es langsam fort, sich noch vollständiger den Ursprungsdimensionen zu nähern; das sind die Erscheinungen der Viskosität. Schließlich bleibt immer noch eine allenfalls außerordentlich kleine, aber sicherlich nicht Null betragende, permanente Deformation zurück. Diese letztere ist von einer gegenüber der elastischen Deformation absolut vernachlässigbaren Größe; sie erreicht kaum den millionsten Teil derselben und ist daher für statische Beanspruchungen der Metalle bedeutungslos. Aber die Wiederholung dieser im einzelnen vernachlässigbaren Deformationen kann merkliche Veränderungen, ja sogar den Bruch eines Metalles erzeugen. Dieser Umstand bildet die Quelle des Bruches infolge von Dauerbeanspruchungen.

Die direkte Messung der nicht elastischen Deformation ist äußerst schwer; sie ist mit den derzeit in Verwendung stehenden Apparaten zur Messung von Zugdeformationen und unter den derzeit hiefür üblichen Versuchsbedingungen unmöglich; dagegen ist die Beobachtung leicht bei Torsionsbeanspruchung feiner und sehr langer Drähte, ein Beobachtungsvorgang, der sich allerdings nicht für das Studium der Metalle in dem von den Werken gelieferten Zustande eignet.

H. Guillet, Secretaire de la Faculté des Sciences de l'Université à Paris, hat zur Beobachtung der in Rede stehenden Erscheinungen eine Methode erfunden, die praktisch und ohne Schwierigkeit in allen industriellen Laboratorien anwendbar erscheint. Sie hat den Vorteil, daß sie auf Metalle im gegossenen oder gewalzten oder geschmiedeten Zustande oder nach Durchführung irgend einer thermischen Behandlung ohne weiteres angewendet werden kann und sich daher direkt zur Prüfung der industriellen Erzeugnisse eignet.

Das Prinzip dieser Methode ist folgendes: Wenn man von den zurückbleibenden Dehnungen absieht, so zeigt sich die Viskosität der Metalle in einer sehr einfach zu beobachtenden Dämpfung der schwingenden Bewegungen. Man nimmt zu diesem Zwecke einen U-förmig gebogenen Stab nach Art einer Stimmgabel oder einen gut gelagerten geraden Stab, erteilt diesem Stab eine bestimmte Ausbiegung und überläßt ihn dann sich selbst. Er

Digitized by Google

nimmt eine schwingende Bewegung an, die sich allmählich verlangsamt. Man bestimmt sodann das Gesetz, nach welchem die Schwingungsweiten abnehmen, und zwar entweder auf Grund direkter Beobachtung oder durch Registrierung auf einem mit Ruß bedeckten Zylinder oder durch Photographie.

Schon die ersten Beobachtungen des H. Guillet zeigten unzweifelhaft zwei wichtige Tatsachen:

1. Metalle von fast gleicher chemischer Zusammensetzung und von fast gleichen mechanischen Eigenschaften, wie z. B. Schweißeisen und ein sehr weiches Flußeisen, können Dämpfungskoeffizienten zeigen, die im Verhältnis 1 : 3 voneinander differieren. Die Probe weist also auf eine Eigenschaft hin, die durch die bisher üblichen und vorausgegangenen Untersuchungsmethoden nicht zum Vorschein kommt.

2. Die Viskosität ändert sich mit der Anzahl von Alternativbeanspruchungen, denen das Metall ausgesetzt wurde. Bei den bisherigen Dauerproben sah man nichts, solange nicht der Bruch des Stückes erreicht wurde. Die Schwingungsdämpfung macht dagegen die allmählich fortschreitende Verschlechterung des Materiales vor seinem Bruch kenntlich.

Schließlich läßt sich diese Beobachtungsmethode sehr einfach mit einer raschen und billigen Methode einer Dauerbeanspruchung verbinden, denn Schwingungen setzen Alternativkräfte in Tätigkeit und haben dabei den außerordentlichen Vorteil, daß sie mit einem sehr geringen Aufgebot an Betriebskraft aufrecht erhalten werden können. Guillet hat eine sehr schöne Anordnung erdacht, um mit Hilfe des elektrischen Stromes eine schwingende Bewegung von genau bestimmter Amplitude aufrecht zu erhalten. Die Beschreibung ist in der „Revue de Metallurgie“ (t. VI., p. 885, 1909) erschienen. Die gleiche Anordnung ermöglicht eine zunehmende Verschlechterung des Metalles durch Wiederholung der Alternativbeanspruchungen herbeizuführen, sowie den dem jeweiligen Zustande des Materiales entsprechenden Grad der Viskosität jederzeit zu messen. Die neue Methode erfordert Apparate, die zehnmal billiger sind als die bisher benützten, sie ermöglicht die Durchführung der Proben in zehnfach kürzerer Zeit und gestattet die Beobachtung der Metallveränderung bereits nach einer zehnmal kleineren Anzahl von Alternativbeanspruchungen. Die gewonnenen Ergebnisse werden

Digitized by Google

sich daher tausendmal — vielleicht sogar um ein Vielfaches davon — billiger stellen als die alten.

Man darf gleichwohl die Bedeutung der Ergebnisse nicht schon jetzt überschätzen, man kann noch nicht mit Sicherheit sagen, daß sie alle Probleme der Dauerbeanspruchung zu lösen vermögen. Man darf ohne Gefahr eines Irrtums behaupten, daß die Methode in der einen oder anderen Richtung sehr interessante Aufklärungen bietet. Alle Eigenschaften der Stoffe sind in der Tat die Funktion einer sehr kleinen Zahl elementarer Faktoren. Die Entdeckung eines dieser Faktoren und die Möglichkeit seiner Messung könnte immerhin unberechenbare Folgen mit sich bringen. Es genügt, an die ungeheure Gährung in der metallurgischen Industrie zu erinnern, die durch das Studium der chemischen Zusammensetzung mittels Analyse, des Gefüges mittels der Metallographie, der Zähigkeit mittels der Zugprobe, der Brüchigkeit durch die Kerbschlagprobe hervorgerufen wurde. Es ist sicher, daß die Erforschung der Viskosität durch Schwingungsversuche ebenfalls neue interessante Aussichten bietet, vielleicht in anderer Richtung, als man jetzt glaubt.

So ist z. B. bereits durch Studien dieser Art eine merkwürdige Erscheinung ans Tageslicht gelangt. Prof. C. E. Guye der Universität in Genf hat bei Untersuchung sehr feiner Metallfäden bezüglich ihrer Viskosität bei steigender Temperatur beobachtet, daß die Viskosität aller Metalle mit der Temperatur sehr rasch zunimmt; diese Tatsache führt schon zu der Frage, ob der Widerstand der Metalle gegen Alternativbeanspruchungen nicht etwa sehr rasch mit steigender Temperatur abnimmt. Die häufig vorkommenden Brüche der vom Dampf erhitzten Teile von Betriebsmaschinen lassen sich durch eine Verminderung der Geschmeidigkeit nicht erklären, denn nach alten, seither wiederholt verifizierten Versuchen des Herrn André Le Chatelier ist der Stahl bei 200^0 widerstandsfähiger als bei der Normaltemperatur; und doch zeigt sich eine geringere Haltbarkeit in der Praxis.

Die gleichen Versuche des Herrn Guye haben gezeigt, daß zwar die Viskosität des Stahles bei steigender Temperatur ebenso wie die der anderen Metalle steigt, aber nicht nach demselben Gesetz; bei Gold, Silber, Kupfer und Platin zeigt die Viskositätskurve einen kontinuierlichen, mehr oder weniger parabolischen Verlauf; bei Stahl zeigt die Kurve ein ausgesprochenes Maximum

Digitized by Google

und Minimum; erstere bei 180°, letztere bei 240°. Diese Tatsache scheint mit jener Anomalie in Beziehung zu stehen, die das Eisen bei den gleichen Temperaturen ungefähr aufweist, und die unter dem vagen und wenig präzisen Namen des Blaubruches allgemein bekannt ist. Diese Erscheinung tritt allerdings bei höheren Temperaturen auf als die von Guye als Störungstemperatur der Viskosität entdeckte, aber es ist zu bedenken, daß die von Guye angewendeten Kräfte nur einen sehr geringen Bruchteil der Elastizitätsgrenze betragen, während der Blaubruch bei über die Elastizitätsgrenze wirkenden Kräften nach Hervorrufen einer bleibenden Deformation eintritt."

Der Redner zeigt hierauf an zwei Figuren die vergleichsweisen Ergebnisse der Versuche an Kupfer und Stahl und drückt den Wunsch aus, daß bis zum nächsten Kongreß die neue Prüfungsmethode in den Laboratorien der verschiedenen Länder einer Kontrolle unterzogen werden mögen.

H. Prof. **Heyn** begrüßt die interessanten Mitteilungen des Herrn Le Chatelier und möchte darauf aufmerksam machen, daß die Frage der Dauerversuche innig verbunden sei mit zwei Namen: Wöhler und Bauschinger, deren immer dankbar gedacht sein möge. Die Guillet'schen Versuche mit der Metallschwingung und der Schwingungsdämpfung verdienen außerordentliches Interesse und man dürfe gespannt den Mitteilungen am nächsten Kongresse entgegensehen.

Der **Vorsitzende** stellt die Hauptfrage

Schlagproben

zur Diskussion.

H. **Charpy** (Montluçon) weist auf seinen in den Händen aller Mitglieder befindlichen offiziellen Bericht:

Über die Erprobung von Metallen durch Schlag (III_1)

hin. Sein Streben war es, den Weg ausfindig zu machen, um zu einer brauchbaren Probe zu kommen. Trotz der großen Anzahl von Veröffentlichungen über Schlagproben sind noch viele Punkte ungeklärt. Aber man ist bereits zur Überzeugung gelangt, daß die Schlagproben für die Industrie eine beachtenswerte Form darstellt. Noch erscheint sie zu kompliziert, um auf genaue Weise den Einfluß aller Faktoren, welche bei der Probe eine Rolle spielen, feststellen zu können. Man muß daher, um die Schwierigkeiten

Digitized by Google

zu umgehen, gewisse Einzelheiten einheitlich annehmen, zwar auf Grund eines Übereinkommens, jedoch präzise. Auf solche Weise werden die Probeergebnisse, wenn sie auch nicht vollständig wissenschaftlich festgelegt sind, so doch untereinander vergleichbar werden, was ja schließlich auch bei allen übrigen praktischen Proben der Fall ist. Für die Praxis ist es außerdem wichtig, den Zusammenhang zwischen den Probeergebnissen und dem praktischen Verhalten festzustellen. Auf diese Umstände gründe der Redner die folgenden beiden Anträge, und zwar:

1. Daß eine Type für die Probe festgestellt werde, welche als Vergleichsprobe empfohlen und von allen, welche gewissermaßen die gleiche Sprache sprechen wollen, angewendet werden möge. Eine Vorarbeit für einen solchen Probetypus in allen Details habe bereits der deutsche Verband unter Führung des Geheimrates Martens geliefert. Diese Probe könnte unter — falls dies notwendig erschiene — entsprechender Abänderung gewisser unwesentlicher Details, die jedem einzelnen freigegeben werden könnten, als Vergleichsprobe fixiert werden.

2. Daß nach Festsetzung dieser Probetype eine Kommission ernannt werde, welche die Ergebnisse der Proben und die Erfahrungen der praktischen Verwendung des Materials sammeln sollten, um den Zusammenhang zwischen den mechanischen Eigenschaften und dem Verhalten des Materials im Gebrauche endgültig festzustellen.

H. Prof. **Schüle** macht auf einen wichtigen Punkt aufmerksam, der nach seiner Meinung ein Hindernis biete, die von Charpy als einheitlichen Probetypus empfohlene Probe des Ehrensbergerschen Berichtes in vollem Umfang anzunehmen. Es ist dies die Frage des Apparates. Man kann unmöglich einen einzigen Apparat für alle Vergleichsproben bestimmen, wie den Pendelhammer von Charpy. Es können ja noch andere Apparate existieren, welche gleich gute Angaben wie der genannte Pendelhammer bieten. So benützte er selbst einen Apparat von Amsler, welcher eine vorzügliche Registrierung der Fallgeschwindigkeiten besitzt. Er ermöglicht, daß das Diagramm der Schlagarbeit auf einer Trommel aufgenommen werde und besitzt eine leicht bedienbare Regulierung der Fallhöhen.

H. **Charpy** erwidert, daß er es nicht als unerläßlich halte, einen bestimmten Apparat für die Proben zu empfehlen; man brauche

Digitized by Google

nur bestimmte allgemeine Bedingungen für die Maschinen aufzustellen. Man könnte ebenso, wie bei den Zerreißproben vorgehen, die auf Maschinen der verschiedensten Systeme, von deren Vergleichbarkeit man sich vorläufig überzeugt hat, durchgeführt werden. Die Bedingungen, deren Festlegung für die Vergleichbarkeit der bei den Schlagproben erhaltenen Ergebnisse am wesentlichsten erscheint, sind die folgenden:

1. Der Bruch hat mit einem Schlage zu erfolgen. Die Messung der absorbierten Schlagarbeit sowie die Messung der im Hammer zurückbleibenden Arbeit müsse möglich sein.

2. Feststellung der Abmessungen und der Form des Hammers, sowie der Auflagschneide.

3. Größe und Form der Probestäbe. Als der Normalstab wäre der deutsche mit dem Einschnitt von vorgeschriebener Abrundung und den Abmessungen 30×30 mm zu erklären. Dieser Stab genügt wohl nicht für alle Proben, namentlich nicht für solche von kleineren Objekten; man müßte auch einen kleineren Stab empfehlen, dessen Dimensionen sich aber strenge auf die des Normalstabes zurückführen lassen. Die Möglichkeit dazu geben die Versuche von Revillon, der ein Gesetz gesucht hat, um aus bestimmten Dimensionen eines Stabes auf andere zu schließen. Es wird in den meisten Fällen genügen, einen zweiten kleinen Stab zu nehmen im Verhältnis von 3 : 1 gegenüber dem Normalstab. Besondere Bedingungen müßten auch für die Untersuchung der Bleche getroffen werden. Der Probestab müßte die Dicke des Bleches erhalten und der Kerbeinschnitt senkrecht zu der Fläche des Bleches erfolgen. Mit diesen drei Normalstäben dürfte die Vergleichbarkeit gesichert sein.

H. Prof. **Schüle** bemerkt mit Bezug auf seinen von ihm und H. Brunner vorgelegten Bericht

Über Schlagbiegeproben an eingekerbten Stäben (III_2),

daß die Berechnung der Schlagarbeit nicht auf die Einheit des Querschnittes, sondern richtiger auf die Volumseinheit und zwar auf die Einheit des über die Streckgrenze beanspruchten Volumens des Materials bezogen werden sollte. Dieses Maß sei unabhängig von der Tiefe der Einkerbung. Nach diesem Verfahren lasse sich der Einfluß der Form der Einkerbung gut verfolgen.

Digitized by Google

Die Feststellung des über die Streckgrenze beanspruchten Volumens ist dadurch unschwer festzustellen, daß man den Probestab seitlich poliert. Das Überschreiten der Streckgrenze wird durch eine Verschleierung der polierten Fläche erkennbar.

H. **Chartiée** (Paris) ist der Meinung, daß die beantragte Form des Probestabes für Spezialstähle für die gewöhnlichen Schweißstahl- und die Walzstahlsorten erster Qualität wohl geeignet sei, sich jedoch für gewöhnliche Walzstahlsorten zu teuer stelle, insbesondere für solche, welche zu Brücken und Eisengerüsten Verwendung finden. Denn solche Stähle seien selten homogen, und daher eine mehrfache Wiederholung der Schlagproben unerläßlich. Es wäre erwünscht, daß neben dem beantragten Probestab noch eine andere Form geschaffen werde, welche sich leicht und billig herstellen lasse, wobei jedoch festgelegt werden soll, daß in allen Streitfällen zwischen Lieferanten und Abnehmern die Entscheidungsproben mit dem vom Verbande angegebenen Charpyschen Probestab durchzuführen seien.

H. Prof. **Heyn** macht darauf aufmerksam, daß hier in der Vollversammlung Kommissionsarbeit getrieben werde. Die zahlreichen Punkte, welche bei Aufstellung einer Vergleichsprobe zu beachten und festzustellen sind, könnten nicht Sache einer Kongreßversammlung sein. Prof. Heyn verteidigt dann den Beschluß des deutschen Verbandes bezüglich Wahl einer einheitlichen Maschine. Solange der Einfluß der verschiedenen Maschinenkonstruktionen nicht feststeht, muß dieser, die Vergleichbarkeit der Probeergebnisse in Frage stellende Faktor ausgeschaltet werden. Dies tat die Kommission des deutschen Verbandes, indem sie nur die Charpysche Maschine für die Vornahme der Proben empfahl.

H. **Charpy** tritt dem Wunsche des Prof. Heyn, die Probedetails vom neuen einer Kommissionsberatung zu überlassen, entgegen. Es sei schon dringend, zu einer Lösung zu gelangen, die es ermögliche, die Frage in das Gebiet praktischer industrieller Verwendung zu rücken, ohne daß sie neuerlich auf viele Jahre in das Gebiet der Beratung zurückverwiesen werde. Sein erster Antrag bezwecke bereits jetzt die Festlegung der Probebedingungen, wenn auch, wie er wohl zugebe, gewisse Einzelheiten noch nicht feststellbar sind und einer künftigen Beschlußfassung vorbehalten bleiben müssen. Es müsse schon jetzt für die Durchführung der Proben ein Führer gegeben werden, damit Vergleichsmaterial für die von ihm in zweiter Linie beantragte Kommission schon jetzt

Digitized by Google

zufließen könne. Die vom Kongreß zu empfehlenden Probebedingungen wären für solche Firmen maßgebend, die Schlagproben durchführen wollen, ohne einen besonderen Grund zur Anwendung anderer Probebedingungen zu haben. In der Frage des Apparates halte er persönlich eine gewisse Freiheit für wünschenswert.

H. Prof. **Heyn** hält einen Vergleich von Probeergebnissen ohne Einigung bezüglich des Apparates derzeit nicht für ohne weiteres möglich. Um aber dem Ziele, dem Charpy zustrebt, näher zu kommen regt er folgenden vermittelnden Weg an. Es gebe zweifellos vorzügliche, für Durchführung der Schlagproben sehr geeignete Apparate, die einzelne Werke besitzen und weiter benützen wollen. Ihrer Benützung für die Vergleichsproben stehe nichts im Wege. Nur müsse man feststellen, in welcher Beziehung die mit diesen Apparaten an Normalstäben gewonnenen Ergebnisse zu den Ergebnissen stünden, die mit dem als Norm angenommenen Schlagwerk erzielt werden. Das wäre ein Vermittlungsvorschlag, der ermöglichen würde, daß man ohne Vereinheitlichung des Apparates zu Versuchswerten gelange, die eine gemeinschaftliche Sprache sprechen.

Ohne Feststellung eines Normalschlagwerkes und Reduktion der mit anderen Schlagwerken erhaltenen Zahlenwerte auf die mit dem Normalschlagwerke gefundenen Werte würde wohl viel Versuchsmaterial zusammenströmen, das jedoch durchaus nicht vergleichbar ist. Prof. Heyn verweist auf die Veröffentlichung der englischen Versuche, die mit verschiedenen Apparaten angestellt sind und so ganz verschiedene Resultate ergeben haben. Diese Tatsachen dürfe man nicht ohneweiters ausschalten. Durch Feststellung, wie sich die verschiedenen Apparate zu einem Normalschlagwerke verhalten, könnte die Freiheit in der Wahl der Maschine sowie auch das Ziel der Vergleichbarkeit gewahrt bleiben.

H. **Charpy** bemerkt scherzend, es wäre seinerseits undankbar, das Lob, das seiner Maschine gespendet wird, zurückzuweisen, aber der Kongreßbeschluß muß die Möglichkeit offen lassen, daß in Zukunft eine bessere Maschine geschaffen wird oder daß eine bessere Maschine, die schon besteht, wie z. B. Prof. Schüle erwähnte, zur Geltung gelangt.

H. Prof. **Heyn** macht geltend, daß seine Ausführungen nicht zugunsten des Charpyschen Pendelhammers allein auszulegen

Digitized by Google

seien. Jeder Apparat, der richtig durchgebildet sei, käme als Normalschlagwerk in Betracht. Ihm sei es gleichgiltig, welcher gewählt würde. Nur halte er die Festlegung eines solchen Schlagwerkes als Norm zunächst für notwendig. Lehrt die Zukunft, daß die Bauart des Schlagwerkes ohne Einfluß ist, so kann man von dem Normalschlagwerke absehen. Nur dürfe man nicht ohne weiteres von vorneherein voraussetzen, daß dieser Einfluß belanglos sei.

H. Prof. **Le Chatelier** erinnert daran, daß die Frage der Schlagproben seit 8 Jahren auf der Tagesordnung des Internationalen Verbandes steht. Dem Budapester Kongreß und dem Brüsseler Kongreß lagen Berichte vor, ohne daß ein Beschluß gefaßt worden wäre. Es dürfe diesmal — wenigstens insoweit alle Welt einig sei — nicht abermals die Entscheidung ins Unendliche verschoben werden. Die Angelegenheit stehe ja einfach: Über den Probestab sei man einig, über die Maschine nicht. Es sei daher logisch, diese letztere Frage nicht jetzt zu entscheiden, sondern einer Kommission zuzuweisen.

H. **Greiner** glaubt, daß der Antrag des Prof. Heyn von H. Charpy nicht ganz richtig verstanden worden ist. Der Antrag trägt ja dem Wunsche Charpys Rechnung. Jedes Etablissement könne die ihr genehme Probemaschine verwenden, nur müßten, um alle Zweifel bezüglich Vergleichbarkeit zu zerstreuen, die Ergebnisse auf jene Resultate zurückgeführt werden, die unter gleichen Umständen auf dem Charpyschen Apparat erhalten werden würden.

H. Prof. **Le Chatelier** verweist auf die Schwierigkeiten eines Vergleiches der Versuchsergebnisse, die auf verschiedenen Apparaten gewonnen werden, mit den Ergebnissen der Charpyschen Normalmaschine. Es gebe übrigens drei Größen der Charpyschen Maschine. Welche soll als Normalmaschine gelten? Dazu komme die große Schwierigkeit, Maschinen untereinander zu vergleichen. Ein und denselben Stab könne man ja nicht auf zwei Maschinen gleichzeitig zerbrechen. Es seien zwei Stäbe notwendig, die oft untereinander größere Unterschiede bieten können als die Maschinen. Und wenn heute die Normalmaschine festgelegt würde, würde nicht der Protest aller Konstrukteure anderer Maschinen hervorgerufen, würde man nicht den Kongreß als Feind des Fortschrittes bezeichnen? Der Redner beantragt daher, daß sich der Kongreß nur auf die Beschlußfassung bezüglich des ersten Teiles (Probestab)

Digitized by Google

beschränke, den zweiten Teil (Maschine) der beantragten Kommission zuweise, die auch alle anderen bezughabenden Fragen zu lösen habe.

(Frühstückspause.)

H. **Charpy** stimmt den Ausführungen Le Chateliers zu und stellt schließlich den folgenden, im Einvernehmen mit Professor Heyn und Le Chatelier redigierten Antrag:

A. Um die Ergebnisse der Schlagbiegeproben mit eingekerbten Stäben leichter vergleichbar zu machen, empfiehlt der Kongreß die Anwendung folgender Vorschriften dort, wo sich nicht besondere Umstände entgegenstellen.

1. Die Schlagbiegeprobe mit eingekerbten Stäben gestattet die Bestimmung der spezifischen Brucharbeit oder Resilience, bezogen auf den Quadratzentimeter des Kerbquerschnitts.

2. a) Die in Stücke von genügenden Dimensionen geschnittenen Stäbe haben $30 \times 30 \times 160$ mm, sie sind auf 15 mm eingeschnitten, die Kerbe ist zylindrisch mit 2 mm Radius.

b) Für gewalztes Eisen wie Bleche haben die Stäbe die Dicke des Blechs, dessen Flächen erhalten sind und eine Breite von 30 mm. Sie sind auf 15 mm eingeschnitten, der Einschnitt, senkrecht auf die Walzflächen, ist am Boden zylindrisch mit 2 mm Radius.

c) Für Stücke, die nicht die Verwendung von Stäben von 30×30 mm gestatten, haben die Probestäbe 10×10 mm. Sie sind auf 5 mm eingeschnitten. Der Boden des Einschnitts ist zylindrisch mit $^2/_3$ mm Radius.

d) Die Dimensionen des verwendeten Probestabes müssen immer angeführt werden.

3. Die Stäbe werden auf Biegung erprobt, indem auf ihre Mitte, auf der dem Einschnitt entgegengesetzten Seite, der Schlag des Bären mit einem Hammer ausgeübt wird, der in eine Schneide mit einer Abrundung von 2 mm endigt. Die Stäbe ruhen auf Schneiden, die für die Typen a) und b) 120 mm, für die Type c) 40 mm entfernt sind.

4. Der Bruch des Probestabes muß auf einen Schlag erfolgen, u. zw. mittelst einer Vorrichtung, die die Messung der Brucharbeit gestattet.

Digitized by Google

5. Die Temperatur soll wenn möglich zwischen 15 und 25° C. betragen und muß immer mit den Versuchsergebnissen angegeben werden.

B. Der Kongreß empfiehlt die Ernennung einer Kommission behufs Sammlung von Versuchsergebnissen, welche gestatten würden, eine Beziehung herzustellen zwischen den durch die Versuche erhobenen Eigenschaften der Versuchsstücke und ihrem Verhalten im Gebrauch. Die Kommission hätte auch den Vergleich der verschiedenen Vorrichtungen zu studieren.

Dieser Antrag wird angenommen.

Zur Diskussion gelangt Bericht III_3:

Definition der spezifischen Schlagarbeit bei Schlagversuchen.

H. **Revillon** gibt eine kurze Übersicht über den Inhalt seines an die Verbandsmitglieder bereits verteilten Berichtes. Er verweist auf die Ergebnisse seiner zahlreichen Versuche, die auf Feststellung der Beziehungen abzielen, die zwischen den Resultaten der mit verschiedenen Stäben durchgeführten Schlagbiegeproben bestehen. Die gewonnenen Versuchsergebnisse, die bereits eine wichtige Grundlage für die Arbeiten der von Charpy beantragten Kommission bilden dürften, scheinen zu beweisen, daß ein Vergleich der beim Schlagversuch mit ungleich großen Probestäben erhaltenen Resultate möglich ist, indem man die gefundene Ziffer auf die Einheit des nicht gekerbten Querschnittes zurückführt. Es müsse jedoch mit Probestäben stets gleicher Type gearbeitet werden, die im gleichen Verhältnis vergrößert und verkleinert werden und auch die Auflageentfernung müsse im selben Verhältnis geändert werden.

Diese Erfahrungen würden, sofern sie sich allgemein bestätigen sollten, gestatten, einen Normalstab anzunehmen und in allen besonderen Probefällen entsprechend angepaßte Probestäbe zu verwenden, deren Abmessungen sowie deren Auflagerentfernung im bestimmten Verhältnis zum Normalstab stehen; dadurch werde es möglich, die Vergleichbarkeit der Ergebnisse und die Vereinheitlichung der Methode für Schlagversuche zu erzielen.

Schlagversuche bei verschiedener Temperatur (III_4).

H. Prof. **Guillet** verweist auf seinen gedruckten Bericht. Er sei die Fortsetzung des von Charpy auf dem Brüsseler Kongreß

Digitized by Google

vorgelegten Berichtes. Die wichtigste Schlußfolgerung aus den von ihm und H. Revillon durchgeführten Versuchen sei die, daß die Stähle bei fast genau 475° ein Minimum an Schlagarbeit zeigen. Diese Temperatur des Schlagarbeit-Minimums ist unabhängig vom Kohlenstoffgehalt. Auf Grund dieser Versuchsergebnisse sei er und M. Revillon von H. André Le Chatelier darauf aufmerksam gemacht worden, daß mit Anderung der Schlaggeschwindigkeit die Temperatur des Minimums eine Verschiebung erleiden dürfte. Daraufhin seien neuere, im Berichte nicht enthaltene, jedoch in der „Revue de Metallurgie" veröffentlichte Versuche angestellt worden. Sie bewiesen, daß trotz Variation der Schlaggeschwindigkeit in den weitesten Grenzen keine Änderung der Temperatur von 475° für das Minimum eintrat.

Der Redner macht hierauf Mitteilung von den in letzter Zeit bei Schlagversuchen mit Spezialstählen gewonnenen Erfahrungen. Nach langen Studien, deren Ergebnisse der Redner in einigen Schaubildern zeigt, seien er und Revillon zu dem Ergebnis gelangt, daß eine enge Beziehung zwischen dem Widerstande gegen Schlag bei erhöhter Temperatur und dem Gefüge, insbesondere bei Nickelstahl, bestehe. In genauer Weise sei festgestellt worden, daß Nickelstahl mit perlitischem Gefüge bei Erwärmung eine Brüchigkeitskurve zeige, die ähnlich wie die Kurve der gewöhnlichen Stähle, die bekanntlich auch perlitisch sind, verläuft. Die martensitischen Stähle zeigen eine Brüchigkeitskurve, die vollständig kontinuierlich verläuft, also weder ein Maximum noch Minimum aufweist. Es wächst also der Widerstand gegen Schlag in gleichem Maß wie die Temperatur. Die polyedrischen Stähle endlich zeigen ein Maximum bei 100° sowie ein Minimum bei 475° in gleicher Weise wie die perlitischen Stähle. Der Redner macht aufmerksam, daß die Kurve des martensitischen Stahles bei nur schwacher Erwärmung erhalten wurde. Erwärmt man solche Stähle bedeutend höher und unter solchem Zeitaufwand, daß sie prolyedrische Struktur annehmen, so erhält man ganz verschiedene Ergebnisse und zwar jeweilig dem Gefüge (polyedrisch oder martensitisch) entsprechend, das der Stahl momentan besitzt.

H. Guillet spricht die Absicht aus, die Versuche auf verschiedene Spezialstähle auszudehnen. Er hofft dem nächsten Kongreß einen neuen Bericht vorzulegen, der auch Zug- und Druckproben bei erhöhter Temperatur behandeln soll — Fragen, die mit Rücksicht

Digitized by Google

auf die häufigen Beanspruchungen bei hohen Temperaturen z. B. im Dampfturbinenbetrieb — besonders wichtig erscheinen.[1])

Zugschlagproben.

H. **Welikhoff** (Moskau) verweist kurz auf seinen Bericht.

Über in der Längsrichtung normaler zylindrischer Stäbe durchgeführter Schlagproben (III_8).

Die Zugschlagproben verdienen, wie aus den zahlreichen an der kaiserl. Ingenieurschule in Moskau durchgeführten Versuchen hervorgeht, höchste Beachtung. Diese Proben können mit Hilfe der vom Redner vorgeschlagenen Methoden leicht durchgeführt werden. Sie bieten einerseits Zahlenwerte, die mit den Ergebnissen der statischen Probe übereinstimmen und die letzteren sogar ersetzen können, machen es andrerseits möglich, die Brucharbeit mit Genauigkeit festzustellen. Er empfiehlt, daß der Kommission, welche die Schlagproben zu untersuchen und zu vereinheitlichen haben werde, auch die Zugschlagprobe in den Kreis der Untersuchungen ziehen möge. (Zustimmung.)

Hierauf erteilt der **Präsident** das Wort Sr. Exz. H. Dr. **Exner** (Wien) zur Erstattung seines Referates über

Internationale gesetzliche Regelung des technischen Versuchswesens.

„Es wäre ein idealer Zustand, wenn Maß und Gewicht in allen Staaten der Erde gleichmäßig gesetzlich geregelt sein würden. Trotz der Verbreitung des metrischen Maßes und Gewichtes sind wir durch den Widerstand Großbritanniens auf diesem Gebiete

[1]) H. Oberingenieur Bartel (Budapest), der im letzten Momente am Erscheinen gehindert war, hat zu dem Bericht des H. Guillet und Revillon einige schriftliche Bemerkungen eingesendet. Er hält insbesondere Untersuchungen für notwendig, um den Punkt der sogenannten Blaubrüchigkeit festzustellen. Es wäre angezeigt, durch wissenschaftliche Versuche die Schädlichkeit der Bearbeitung von Flußeisen bei gewissen Temperaturen klarzulegen und die Resultate zu veröffentlichen. Die vom Redner angestellten Versuche haben ihm gezeigt, daß die schädliche Bearbeitungstemperatur bei verschiedenen Flußeisensorten von 0—500° schwankte und daß gewisse chemische Bestandteile die Neigung zur Blaubrüchigkeit zu beeinflußen scheinen. H. Bartel möchte das Augenmerk der Herren Guillet und Revillon auf diese Frage lenken und die Vornahme von Schlagversuchen im kalten Zustande an bei Blauwärme bearbeitetem Material anregen. Die Eisenanalyse wäre hiebei außer auf P und S auch auf N auszudehnen.

Digitized by Google

noch ziemlich weit von dem anstrebenswerten Ideal entfernt. Aber auch das bis jetzt Erreichte erforderte Dezennien lange Anstrengungen und Vorbereitungen.

Der Internationale Verband für die Materialprüfungen der Technik, der jetzt seinen V. Kongreß in Kopenhagen abhielt, strebt seit 25 Jahren einem ähnlichen Ziele zu, dem Ziele einer gleichartigen Terminologie, gleichartiger Prüfungsmethoden und einer gleichartigen Wertung der von autoritativen Anstalten herausgegebenen Befunde. Die Organisation unseres Internationalen Verbandes weist eine mächtige Entwicklung auf, aus kleinen Anfängen, die von einer bescheidenen Zahl von Fachleuten initiiert und gepflegt wurden, hat sich eine große, viele Hunderte von Fachmännern umfassende Gesellschaft herausgebildet.

Seit dem Züricher Kongreß 1895 ist zum Teil unter meiner Mitwirkung das Programm der Erforschung der Baumaterialien auf jene vieler anderer Rohstoffe und Produkte ausgedehnt worden.

Es steht der Ausführung des Gedankens nichts im Wege, die Beschränkung des Programmes auf die Materialprüfungen der Technik aufzugeben und dasselbe auf das Gesamtgebiet des technischen Versuchswesens auszudehnen.

Nicht bloß die Materialprüfung, sondern auch viele andere mehr oder weniger verwandte technische Proben gewännen an wirtschaftlicher Bedeutung, wenn eine internationale Einigung über dieselben herbeigeführt würde. So z. B. das Punzierungswesen, d. i. die Untersuchung des Feingehaltes an Gold bei den aus Goldlegierungen hergestellten Waren, weiters die Erprobung der Läufe von Handfeuerwaffen, ferner die technische und bakteriologische Untersuchung von Nahrungs- und Genußmitteln usw.

Die Ausdehnung des Programmes zwecks Erhöhung der Wirksamkeit und Bedeutung des Verbandes für die Materialprüfungen kann nach mehreren Richtungen hin angestrebt werden, für die bereits in den heurigen Verhandlungsgegenständen Fingerzeige gegeben sind.

I. Methoden der Materialprüfungen.

In dieser Richtung können entweder:

a) die bisher angewendeten oder doch vorgeschlagenen Methoden auf ihre Zuverlässigkeit und Schärfe kritisch untersucht oder

Digitized by Google

b) neue Methoden vielseitig erprobt und darüber berichtet werden (Metallographie, Programmnummer: I_1, I_2, I_3; Härteprüfung, Programmnummer: II_1, II_2, II_3 usw.) oder

c) anerkannte Methoden für bestimmte Spezialaufgaben ausgebildet werden, und zwar: 1. im Hinblicke auf die künftige Verwendung des Materials (Lieferungswesen) oder 2. im Hinblicke auf die Bereitung, Erzeugung, Herstellung, Gewinnungsverfahren des Materiales.

In beiden Fällen handelt es sich um die deduktive Verwertung der Materialprüfung pro futuro oder pro praeterito.

Alle unter I zusammengefaßten Andeutungen beziehen sich auf eine Vertiefung des bestehenden Materialprüfungswesens durch Entwicklung der Methoden oder durch Ausgestaltung der Behelfe (Maschinen, Apparate, Instrumente).

II. Ausdehnung des Arbeitsgebietes.

Schon das heutige Programm zerfällt nebst zwei bestimmten Gruppen: A. Metalle, B. Zemente, Steine, Beton, in eine dritte unbestimmte Gruppe unter der Bezeichnung: Diverses. In dieser letzteren kommen vor: Holz, Kautschuk, Öle, Anstrichmassen, Rostschutzmittel, Bitumen, Papier, Gewebe, Riemen etc.

a) Diese Gliederung des Stoffes ist weder zutreffend, da die Beton-Eisenbaumaterialien von der ersten Gruppe „Metalle“ kaum getrennt werden können, noch ausreichend und sicherlich auch unwissenschaftlich. Die Gruppe „Diverses“ müßte in technologisch definierte Unterabteilungen aufgelöst werden und es ergibt sich von selbst die Frage, ob nicht an Stelle der Gruppierung, deren Einteilungsgrund der Namen des Materiales ist, besser eine Gruppierung nach der Natur der Untersuchungsmethoden stattfinden sollte. Mindestens könnte versucht werden, parallel mit der heutigen Gruppeneinteilung

b) eine Gruppierung nach den Untersuchungsmethoden oder den Wissenschaftsgebieten, denen sie entnommen sind, aufzustellen.

Als solche Gruppen könnten ins Auge gefaßt werden:

Mikroskopie,
Metallographie,
Bakteriologie,

Digitized by Google

mechanische Technik,
physikalische Technik,
technologische Mechanik,
Chemie,
Elektrotechnik,
Elektrochemie usw.

Es ist nicht zu übersehen, daß durch diese Gruppierung eine außerordentlich große Erweiterung des Arbeitsgebietes des Materialprüfungswesens eintreten würde, wodurch aber auch erreicht werden könnte, von dem Bau- und Konstruktionswesen auf das gesamte Ingenieurwesen, die Industrie und den Warenverkehr überzugehen.

III. Einbeziehung der Arbeitsbehelfe des Ingenieurwesens und der Industrie.

Es ist gar kein ausreichender Grund aufzufinden, der erklären würde, warum nicht für die Erprobung von Motoren, Arbeits- und Werkzeugmaschinen, für technische Proben, die in den einzelnen Industriebranchen zur Sicherung der Ergebnisse des Verfahrens eingeführt wurden, ebenso im Wege von internationalen Konferenzen die Verbreitung von Neuerungen und Fortschritten und die Unifikation der einschlägigen Sprache sowie die Reziprozität in der Anerkennung der Ergebnisse angestrebt werden sollte, wie dies mit so großem Erfolge bisher durch unseren Verband für die Materialprüfungen der Technik geschehen ist.

Sowohl in der Industrie als auch im Verkehrswesen handelt es sich, genau so wie im Ingenieurwesen, darum, daß das Endergebnis in höchstem Maße den Absichten entspricht, denen es seinen Ursprung verdankt. Ohne die Berechtigung, ja die Unentbehrlichkeit der Spezialisierung in der **Forschung** bestreiten oder in ihrem Wert herabsetzen zu wollen, muß man doch zugeben, daß die vollständige Ausschaltung der Materialeigenschaften von ihrem Zusammenhange mit den Verfahrungsweisen und den ihnen dienenden technischen Behelfen nicht mehr aufrecht zu halten ist, wenn man den Fortschritt in seiner Totalität anstrebt.

Die neuesten Zweige der Produktion und des Verkehrs repräsentieren sich im Automobilismus und in der Luftschiff-

Digitized by Google

fahrt. Die empirische Erfindertätigkeit hat gewiß erstaunliche Resultate zutage gebracht, auch ist bereits das technische Versuchswesen zur Lösung einzelner herausgehobener Probleme aufgeboten worden, dabei hat man aber in unbegreiflicher Weise die Materialprüfung vernachlässigt. Man würde viel weiter gekommen sein, wenn man diese rechtzeitig herangezogen hätte. Andererseits hat die Loslösung der Materialprüfung von der systematischen experimentellen Untersuchung der Behelfe der Verfahrungsweisen die Beurteilung des ganzen Arbeitsprozesses und seiner Resultate in technischer und wirtschaftlicher Beziehung in Frage gestellt.

Gerade die glänzende auffällige und heute allgemein anerkannte Entwicklung und Bedeutung des Materialprüfungswesens laden dazu ein, das technische Versuchswesen auf alle Gebiete der Produktion und des Verkehrswesens auszudehnen.

Für das Gesamtgebiet des technischen Versuchswesens ist durch die Entwicklung der Materialprüfungen, der industriellen Laboratorien usw. genügend vorgearbeitet; alles was bisher geschehen ist, kann als Vorperiode aufgefaßt werden, die zu ihrem Abschlusse herangereift ist, und das Versuchswesen kann die ihm in der Weltwirtschaft zukommende Rolle beanspruchen. Ist dieser Gedankengang richtig, dann treten für die Verwaltungen und Gesetzgebungen der Industrieländer Pflichten in den Vordergrund, deren Erfüllung nicht mehr bloß vom nationalen Gesichtspunkte aus gefordert werden muß, sondern die auch im weiteren Verlauf dem internationalen Fortschrittsbedürfnisse Rechnung tragen müssen.

Zur Erläuterung des Voranstehenden dient die Besprechung des Versuchswesens auf dem Gebiete des Automobilismus und der Aviatik*) in ihrem heutigen Bestande und des in Öster-

*) Dem Automobilismus dienen, wie der Redner ausführt, in verschiedenen Ländern, aber insbesondere im Heimatland dieser Industrie, in Frankreich, Versuchsanstalten, welche entweder

ausschließlich private oder

öffentliche Institutionen sind.

Die ersteren werden von Industriellen für ihre Zwecke, die letzteren von Korporationen oder vom Staate errichtet. Unter den ersteren gibt es aber solche, die von ihren Begründern nicht engherzig abgeschlossen, sondern auch in den Dienst der Industrie überhaupt gestellt werden. Ein rühmliches Beispiel hiefür ist das Versuchslaboratorium der Firma Dion-Bouton, welches sich bedeutende Verdienste auf dem Gebiete der Materialprüfung erworben hat. Unter den letzteren

Digitized by Google

reich gemachten Versuches einer Förderung des Versuchswesens im Wege der Gesetzgebung und Verwaltung."

Der **Vorsitzende** dankt dem Redner für seine außerordentlich interessanten und weitblickenden Anregungen, die, wie der lebhafte Beifall zeigt, die verständnisvollste Aufnahme gefunden

---

sind zu nennen die zuerst entstandenen Laboratorien des Automobile-Club de France, des amerikanischen und des spanischen Automobilklubs und als Beispiel für eine staatliche Anstalt jene am Conservatoire des Arts et Métiers in Paris.

Die Aufgaben dieser Versuchsanstalten fallen in folgende fünf Gruppen, von denen die eine oder andere von dem einen oder anderen Institute besonders gepflegt werden:

1. Die Materialprüfung,
2. die Organisation von Konkurrenzen,
3. Spezialstudien für Konstrukteure,
4. Studien von allgemeinem Interesse,
5. Mitwirkung bei der Aufstellung von Programmen und bei der Überwachung von Versuchsrennen.

ad 2 sind zum Teil sehr erfolgreiche Konkurrenzen durchgeführt worden, betreffend die Explosionsstoffe (Gas, Gasolin, Benzin, Alkohol und Petroleum etc.) betreffend die Schalldämpfer, betreffend automatische Anlaßvorrichtungen, betreffend die Odotachymeter etc.

ad 3. Die Spezialstudien bilden den schwierigsten Teil der Aufgaben des Laboratoriums, das hiefür häufig besondere Einrichtungen schaffen muß. In den Privatlaboratorien handelt es sich wohl meistens nur um die Erprobung von einzelnen Typen, wobei die Erprobung des Motors oder des ganzen Wagens in seiner Gesamtleistung durch Bremsung den gewöhnlichsten Fall darstellt. Es kommen aber auch ganz andere Aufgaben von speziellster Art, wie die Studien über einen Vergaser, einen Entzündungsapparat, einen Schalldämpfer, eine Kühlungsvorrichtung usw.

ad 4. Bei den Studien von allgemeinem Interesse kann auch die Kooperation des automobiltechnischen Laboratoriums mit einem chemischen oder physikalischen erforderlich werden.

In dem Laboratorium des Automobile-Club de France ist bereits eine Reihe von hochwichtigen Studien durchgeführt worden, z. B. Einfluß der Wärme auf den Entzündungsfunken, der Federspannung auf die automatischen Ventile, der Kühlung der Auspuffgase auf die Wirkung eines Motors, die Bedingungen des Alkoholvergasers. Gegenwärtig befaßt sich dieses Laboratorium mit dem Studium des Einflusses der Gleitung auf die Bestimmung der Zugkraft.

Die französische Automobilindustrie hat den führenden Spezialisten auf dem Gebiete des Versuchswesens den zu früh durch den Tod entrissenen Ingenieur Levassor, den Herren Perissé, Lumet etc. viel zu danken.

Digitized by Google

haben und bringt sodann über Wunsch des H. Prof. Le Chatelier die Frage über

Einheitliche Nomenklatur von Eisen und Stahl

nochmals zur Diskussion.

H. Prof. H. **Le Chatelier** kommt auf die zu dem Berichte der H. Howe und Sauveur bezüglich der Bezeichnung der Kleingefügebestandteile gefaßten Beschlüsse zurück. Er habe im Vereine mit den anwesenden Metallographen Charpy, Guillet, Heyn, Rosenhain und Stead eine Liste und Definitionen der bereits feststehenden Bestandteile angefertigt und lege sie dem Kongreß hiermit vor. In derselben sind die Bestandteile Troostit und Sorbit, deren wissenschaftliche Erforschung noch nicht abgeschlossen sei, nicht aufgenommen.

Die vom Prof. de Chatelier beantragten Definitionen, welchen die Versammlung zustimmt, lauten:

Die Kleingefügebestandteile des Stahles teilen sich in chemisch-homogene „Metarale" und chemisch-heterogene „Aggregate". Diese Gefügebestandteile sind in der Reihenfolge ihrer durch die Zusammensetzung gegebenen wachsenden Kompliziertheit folgende:

Ferrit, α-Eisen, bei den Eisen- und Stahlsorten des Handels sehr geringe Mengen anderer Elemente, in allen Fällen weniger als 0·05% Kohlenstoff in Lösung enthaltend.

Graphit, eine mit dem Graphit der Mineralogen übereinstimmende Form des Kohlenstoffes, gekennzeichnet durch die Dichte von 2·25 und durch die Eigenschaft, unter der Wirkung entsprechender oxydierender Mischungen Graphitsäuren zu bilden.

Zementit, eine Kohlenstoffverbindung von der Zusammensetzung Fe_3C.

Austenit, eine feste Lösung von Kohlenstoff im γ-Eisen, normalerweise oberhalb der kritischen Temperaturzone des Stahles stabil. Er kann in besonderen Fällen bei niederer Temperatur erhalten bleiben und ist dann durch seine geringe magnetische Permeabilität charakterisiert (Eisen-Nickel, Mangan-Stahl).

Die vorstehenden vier Gefügebestandteile sind chemisch homogen.

Perlit, ein aus der eutektischen Mischung bestehendes Aggregat, entstehend bei der Spaltung des Austenits in Ferrit und Zementit

Digitized by Google

durch langsame Abkühlung bis unterhalb der kritischen Temperatur des Stahles. Er enthält im Mittel rund 0·9% Kohlenstoff.

Martensit, ein Metaral, ist eine feste Lösung von Kohlenstoff im Eisen. Er ist normalerweise bei keiner Temperatur stabil und kann in diesem nicht stabilen Zustande nur bei niedrigen Temperaturen festgehalten werden. Bei gleicher Zusammensetzung unterscheidet es sich vom Austenit durch seine magnetische Permeabilität und größere Härte. Man erhält Martensit durch Abkühlung eines Stahles aus, über der kritischen Temperatur gelegenen, hohen Temperaturen, die jedoch rasch genug erfolgen muß, um die Spaltung des Austenits und die dabei erfolgende Bildung von Perlit zu verhindern, andererseits jedoch nicht so rasch, um den Austenit unverändert zu erhalten.

Als kennzeichnendes Beispiel von Martensit kann man z. B. einen eutektoidischen Stahl, d. i. einen solchen mit rund 0·9% Kohlenstoffgehalt, bezeichnen, der in der Form eines quadratischen Stabes von 1 cm Seitenlänge im kalten Wasser bei 800° abgeschreckt wurde.

Osmondit, dessen Homogenität oder Heterogenität noch strittig ist, ist ein bei gewöhnlicher Temperatur stabileres Zwischenstadium bei der Rückbildung des Martensits in Perlit. Er wird als selbständiger Gefügebestandteil betrachtet, mit Rücksicht auf das Vorhandensein einer Diskontinuität in der Änderung gewisser Eigenschaften des Metalles bei seiner Umwandlung aus dem einen Endzustand in den anderen. Derselbe ist gekennzeichnet durch ein Maximum der Löslichkeit in Säuren und ein Maximum der Färbung unter Wirkung saurer Ätzmittel.

Man erhält ihn unter anderem sehr deutlich dadurch, daß man den Martensit eutektoidischen Stahles (d. i. aus dem Stahl von rund 0·9% Kohlenstoffgehalt) auf 400° anläßt.

Automatisch registrierender Apparat für Schlagproben.

Fürst **Gagarine** (St. Petersburg) nimmt Bezug auf den über seinen selbstregistrierenden Apparat dem Brüsseler Kongreß vorgelegten Bericht. Er führt einige auf diesem Apparat gewonnene Diagramme vor, die genau die Beziehung zwischen Kraft und Deformation zum Ausdruck bringen.

Er bittet die Mitglieder, von dem Apparat Gebrauch zu machen und ihm über ihre Erfahrungen Mitteilung zu machen.

Digitized by Google

Innere Kräfte.

Über diese Frage liegen nachstehende Berichte vor:

Über Grundlagen der technologischen Mechanik. Von Dr. techn. Paul Ludwik, Wien ($VIII_8$).

Innere Reibung der beanspruchten Materialien. Von Prof. G. H. Gulliver, B. Sc., Edinburg ($VIII_8$).

Über die Spannungsstörungen beim Verbund verschiedener Materialien. Von Dr. techn. A. Leon, Wien ($VIII_{10}$).

*) Der Zusammenhang zwischen den durch Zug und Druck verursachten bleibenden Formänderungen. Von Dr. Ing. Wilhelm Misángyi, Budapest ($VIII_{11}$).

*) Zähigkeit und Bildsamkeit. Von Dr. Ing. Wilhelm Misángyi, Budapest ($VIII_{12}$).

H. Prof. **Mesnager**, der die Berichterstattung über das wichtige Gebiet der inneren Kräfte übernommen hat, bemerkt, daß ihm die stark vorgerückte Zeit es leider unmöglich mache, auf die vorgelegten Berichte näher einzugehen. Er macht aber darauf aufmerksam, daß die von den verschiedenen Autoren, die sich mit der Frage der inneren Kräfte befassen, angenommenen Definitionen derartige Unterschiede zeigen, daß fast eine Verständigung unmöglich sei. So werden in Ungarn unter „Geschmeidigkeit" und „Schmiedbarkeit" ganz andere Eigenschaften verstanden als in Frankreich oder in Deutschland. Ein Stoff wird in Ungarn in einem Zustande als nicht zäh bezeichnet, bei dem er anderswo noch als sehr zäh bezeichnet wird; das Wort „Festigkeit" wird bald auf die Flächeneinheit, bald auf die totale Festigkeit bezogen.

*) Da die Diskussion über die Berichte nicht mehr stattfinden konnte, so seien hier einige Anregungen kurz wiedergegeben, die H. Oberingenieur Bartel (Budapest) schriftlich dem Präsidium vorgelegt hatte. Er regt darin die Fortsetzung der Arbeiten nach zwei Richtungen an:

1. Durchführung von Versuchen mit Duranametall und solchen Materialien bei denen das Zerreißdiagramm einen recht langen horizontalen Teil besitzt, die also einen großen Teil ihrer Dehnung bei konstanter, maximaler Belastung erleiden; bei diesen hat Prof. Stribeck, bezw. er selbst das Nichtzutreffen der Behauptung Misángyis, daß die Querschnittverminderung des Probestabes während der Zähigkeitsperiode (vor Eintritt der Kontraktion) die Charakteristik der ursprünglichen Stabform beibehalte, beobachtet.

2. Studium des Zusammenhanges zwischen Kaltbearbeitung und der durch sie verursachten Deformation und Festigkeitsänderung. Bartel hält dafür, daß der Zustand der größten Festigkeit mit dem vollkommener Bildsamkeit zusammenfalle.

Digitized by Google

Warum sollte man nicht hinsichtlich der Ausdruckweise übereinkommen, wie in der Elektrizität, wo die Worte „resistance" und „résistivité" das eine auf den Gesamtwiderstand, das andere auf den Widerstand pro Einheit bezogen wird. Der Redner beantragt, daß eine Kommission gewählt werde, die eine Vereinheitlichung der Benennungen anzustreben hat. (Zustimmung.)

Der Vorsitzende H. Direktor **Busse** ersucht die Versammlung, mit Rücksicht auf die vorgeschrittene Zeit von einer Diskussion der vier vorliegenden Berichte, für welche er den wärmsten Dank ausspricht, abzusehen. Er wolle nur noch den anwesenden Forschern für die rege Beteiligung an der für den Ausbau der Metallprüfung so wertvollen Diskussion zu danken. Er dankt insbesondere auch den Herren, die sich als Dolmetsche ungeheure Verdienste um den Gang der Verhandlungen erworben haben, den Herrn Prof. Weiß, Herren Lloyd und Rosenhain und spricht dem General-Sekretär Herrn Reitler für seine Unterstützung den Dank aus. (Beifall.)

Er schließt mit dem Wunsch auf frohes Wiedersehen beim kommenden Kongreß.

H. **Greiner** (Seraing) gedenkt der großen Verdienste des leitenden Vorsitzenden Herrn Busse. Die große Arbeit, die er durch drei Tage unter steter Anspannung aller Kräfte geleistet hat, sichere ihm den Dank aller Teilnehmer. Er nehme hiemit die Gelegenheit wahr, ihn im Namen aller auf das wärmste auszusprechen. (Stürmischer Beifall.)

Schluß der Sitzung 3 Uhr.

Digitized by Google

Verhandlungen der Sektion B.

Erster Sitzungstag, Mittwoch, den 8. September 1909.

Beginn der Sitzung 9 Uhr 30 Minuten.

H. Prof. **Schüle** eröffnet die Sitzung und teilt die Namen der Ehrenpräsidenten und Ehrenschriftführer, ferner der Schriftführer mit und bittet den Herrn Geniehauptmann Grut, den Vorsitz zu übernehmen.

H. Hauptmann **Grut** dankt für die ihm erwiesene Ehre und ladet die Ehrenpräsidenten ein, den Sitz auf der Estrade einnehmen zu wollen; ferner bittet er die Herren Ehrenschriftführer, ihm in der Diskussion bei den Übersetzungen gütigst behilflich zu sein. Er bittet endlich die Redner, sich möglichst kurz zu fassen, da ja alle eingelangten 32 Berichte, die den Kongreßmitgliedern bereits bekannt sind, in drei Sitzungen behandelt werden müssen.

Er bringt zunächst den Bericht $IX/_1$ über

Eisenbeton

zur Diskussion.

H. Prof. **Schüle** (Zürich) teilt als Präsident der Eisenbetonkommission mit, daß die Arbeiten dieses Ausschusses nur präliminären Charakter besitzen, sei es weil zu wenig Zeit zur Verfügung stand, sei es wegen der Ausdehnung dieses Gebietes. Die Aufgaben, die die Kommission zu lösen bestrebt ist, sind folgende:

1. den Stand der experimentellen Untersuchungen in den verschiedenen Ländern festzustellen,

2. den Stand der Kontrollmaßnahmen für eine gute Ausführung festzusetzen,

3. eine einheitliche Bezeichnung für die Angaben und Resultate der üblichen statischen Berechnungen, und

4. einen systematischen Vorgang zur Beschreibung der Versuchsanordnungen und Ergebnisse.

Digitized by Google

Die verteilten Berichte geben Anhaltspunkte über in Deutschland, Holland, Dänemark, Italien und in der Schweiz vorgenommenen Versuche. Außerdem hat H. Prof. Talbot zu spät für den Druck einen Bericht über die Vereinigten Staaten eingesandt, der in der Sektionssitzung zur Verteilung gelangt.

Es ist zu wünschen, daß die Arbeiten fortgesetzt und die Kommission über die in den verschiedenen Ländern erzielten Resultate am Laufenden erhalten werde, damit durch ihre Arbeiten die Wiederholung derselben Versuche an verschiedenen Stellen vermieden werden könne.

Zur Kontrolle des Eisenbetons werden, wie aus dem Berichte zu ersehen ist, Prismen und Würfel verwendet, meistens Würfel, welche auf dem Bauplatze hergestellt, durch Zerdrücken geprüft werden. Die Meinungen über den Wert dieser Prüfungsweise sind sehr verschieden und es wäre sehr wünschenswert, festzustellen, in welcher Weise die Probekörper am besten hergestellt werden sollen.

Die Frage der einheitlichen Benennung für Eisenbeton ist durch eine Subkommission so vorbereitet worden, daß für die Länder des Kontinents eine Einigung entstand und zwar auf Grund der vor 40 Jahren von Culmann gegebenen Methode:

Kleine römische Buchstaben für Längen und Größen des ersten Grades,

große römische Buchstaben für Größen eines höheren Grades,

kleine griechische Buchstaben für Coeffizienten und Faktoren des Grades 0.

Die Mitglieder des englischen Concrete Institute haben dieses Prinzip angenommen, jedoch zum Teil andere Bezeichnungen vorgeschlagen.

Es ist zu hoffen, daß es möglich sein wird, beide Listen von Bezeichnungen besser in Einklang zu bringen. Sodann sollen dieselben veröffentlicht werden. Es würde auch dann schon einen großen Fortschritt bedeuten, wenn für verschiedene Angaben zwei Buchstaben je nach der verwendeten Sprache nötig werden. Dadurch soll das Studium und die Benützung der Resultate der Forschungen wesentlich erleichtert werden.

Endlich sollen die Versuchsanordnungen und die Resultate, eine Arbeit, die noch nicht durchgeführt ist, derart summarisch zusammengestellt werden, daß das Studium und der Vergleich der Veröffentlichungen über Eisenbeton weiter erleichtert würde.

Digitized by Google

Die Arbeiten der Kommission werden übrigens den in den Sektionen geäußerten Wünschen Rechnung tragen.

Zwei weitere sehr wichtige Fragen, die von Mitgliedern der Kommission behandelt worden sind, betreffen die Unfälle im Eisenbeton, über welche H. Dr. von Emperger einen Bericht erstattet hat, ferner die experimentelle Untersuchung von fertigen Bauwerken, über welche ein Referat von H. Rabut vorliegt.

Zum Schlusse teilt Prof. Schüle mit, daß die Arbeiten der schweizerischen Eisenbetonkommission zu neuen schweizerischen Vorschriften geführt haben, welche der Sektion vorgelegt werden.

H. Prof. **N. Belelubsky** (St. Petersburg) berichtet mit einigen Worten über die Versuche und wissenschaftlichen Arbeiten von Laboratorien und Einzelforschern Rußlands, welche wesentlich zur Förderung des dortigen Eisenbetonbaues beigetragen haben. Er weist besonders auf die vielseitigen Versuche hin, die im Jahre 1890 unter der Leitung des mechanischen Laboratoriums des kais. russ. Wegebau-Instituts auf dem Preobrojenskyplatz in St. Petersburg ausgeführt wurden und die wesentlich zur Festigung des öffentlichen Vertrauens in die Sicherheit der Eisenbetonkonstruktionen beitrugen. Er erinnert an die speziellen Untersuchungen von Abramoff, Nekrassof, Fürst Kudascheff u. a. und teilt mit, daß in allerletzter Zeit vom Kongreßbureau russischer Zementtechniker unter Mitwirkung von Drujinine, Boguslawsky und andern Forschern Normen für Eisenbetonkonstruktionen aufgestellt wurden, welche vom XII. Kongresse approbiert, nunmehr dem Wegebauministerium zur Genehmigung vorgelegt wurden. Redner werde demnächst einen Bericht zur Veröffentlichung in den „Mitteilungen“ vorlegen.

H. Prof. **Kirsch** (Wien) bemerkt, daß man auch in Österreich mit Untersuchungen über armierten Beton beschäftigt ist. Diese erstrecken sich über Säulen, Blöcke, Platten und verschiedene Arten von Armierungen. Über die Ergebnisse wird den Verbandsmitgliedern später Bericht erstattet werden.

H. **Segré** (Rom) legt im Namen der Generaldirektion der italienischen Staatsbahnen einige Berichte derselben vor, um zu zeigen, wie sehr der Eisenbetonbau in Italien seit dem Jahre 1900 durch dieselben gefördert wurde. Er überreicht dem Präsidium den

Digitized by Google

Bericht, der auf dem Kongreß von Washington im Jahre 1905 von der Compagnie Italienne des Chemins de fer de la Mediterrannée, desgleichen den, der im Jahre 1906 vom Service de l'entretien des chemins de fer de l'Etat Italien über verschiedene Typen der Eisenbetonkonstruktionen veröffentlicht wurde und legt endlich ein Resumé über die wichtigsten Arbeiten der vom Service des Constructions des Nouvelles Lignes du Reseau de l'Etat Italien vor. Er fügt bei, daß die Zemente und die Armierung, die bei Bahnbauten verwendet werden, zuvor im Laboratorium der Staatsbahnen geprüft werden, bevor sie zur Verwendung seitens der Unternehmer zugelassen werden. Über Wunsch der bauleitenden Ingenieure werden auch die am Bauplatz zugeführten Materialien geprüft, bei wichtigen Bauten von Zeit zu Zeit auch die Mörtel vom Bauplatz. Für Zwecke der Eisenbetonkonstruktionen hält das Institut Experimental in Rom alle sechs Monate eine allgemeine Revision über die Erzeugung des Portlandzements in Italien ab. Die Verwaltung schreibt den Unternehmern niemals Bezugsquellen vor, sondern behält sich nur die Prüfung des Materials vor.

Herr **Hüser** (Oberkassel-Siegkreis) berichtet, daß in Deutschland zunächst gleichzeitig die bekannten „Bestimmungen für die Ausführung von Konstruktionen aus Eisenbeton bei Hochbauten vom 24 Mai 1907" durch das preußische Ministerium der öffentliche Arbeiten und die „Leitsätze für die Vorbereitung, Ausführung und Prüfung von Eisenbetonbauten", durch den Verband Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine und den Deutschen Betonverein herausgegeben seien. Heute bestehe ein „Deutscher Ausschuß für Eisenbeton", zusammengesetzt aus den bauenden Behörden durch Vertreter der Ministerien der verschiedenen Bundesstaaten und aus den bauenden Industrien, vertreten durch den Deutschen Betonverein, den Verein Deutscher Portland-Zement-Fabrikanten und anderen. Dieser „Deutsche Ausschuß für Eisenbeton" führe zur Zeit umfangreiche Versuche mit Beton, Mörtel und Eisenbeton aus, um daraus Erfahrungen zu Vorschriften für Ausführung von Bauausführungen in Eisenbeton zu sammeln Da von diesen Versuchen hier diejenigen von Eisenbeton hauptsächlich Interesse bieten, gibt Herr Hüser den Arbeitsplan für diese Versuche in großen Zügen bekannt. Ferner weist derselbe auf eine Zusammenstellung hin, welche in besonderem Heft verteilt wird, enthaltend die bei den größeren Materialprüfungsanstalten ausgeführten Versuche mit Eisenbeton.

Digitized by Google

H. **Bürstenbinder** (Hamburg) weist auf vergleichende Versuche hin, die er mit Würfelproben von 30 cm Seitenlänge und mit Balkenproben nach den dänischen Normen gemacht hat. Er dankt Herrn Ing. Christiani für die dabei gewährte Unterstützung. Er macht auf die weit auseinander liegenden Ergebnisse der beiderlei Versuche aufmerksam, hält keine der beiden Proben für befriedigend und glaubt z. B. hinsichtlich der Würfel, daß ihre Seitenlänge von 30 cm herabgesetzt werden könnte. Er befürwortet die Notwendigkeit einheitlicher Prüfungsverfahren.

H. **Christiani** (Kopenhagen) hat in den letzten Jahren über 200 Versuche mit kleinen armierten Probebalken gemacht. Diese Proben sind sehr einfach und haben sehr einheitliche Resultate ergeben. Wenn die Proben mit Würfeln hievon so wesentlich abweichen, so liegt der Grund darin, daß die Balken nur kleine Körper sind, welche in einigen Minuten ganz abbinden können. Die Würfel aber, die viel größer sind, erreichen einen ganz anderen Erhärtungsgrad. Auch werden die Würfel gestampft und dadurch viel trockener angemacht als die Balken.

H. Prof. **Schüle** gibt noch einen anderen Erklärungsgrund für die ungleichen Ergebnisse der beiden Verfahren, der in der Armatur liegt. Der Unterschied wird dadurch verursacht, daß das Eisen in dem Probebalken über seine Elastizitätsgrenze hinaus beansprucht wird und der Beton nur eine nebensächliche Rolle spielt.

H. **Hüser** (Oberkassel-Siegkreis) empfiehlt die Abmessungen der Würfel und der Balken entsprechend zu gestalten, so daß die Austrocknung der beiden Versuchskörper möglichst die gleiche sei. Zu kleinen Balken würden kleine Würfel, zu Balkenkörpern, wie sie im Hochbau vorkommen, Würfel von 30 cm Kantenlänge zu wählen sein.

H. Prof. **v. Nagy** (Budapest) verweist auf die Versuche de ungarischen Ingenieurvereines, die später besprochen werden sollen. Er sieht den größten Einfluß auf das Ergebnis der Versuche in der Wassermenge der Probekörper. Ungleiche Probekörper, wenn sie dieselbe Wassermenge haben, werden die gleichen Ergebnisse liefern.

H. **Christiani** stimmt zu, die Unterschiede werden teilweise in der Wassermenge liegen. Die kleinen Balken sind nach 28 Tagen ganz homogen, die Würfel aber nicht.

Digitized by Google

H. **Bürstenbinder.** Die Versuche, von denen er gesprochen, waren auf dem Bauplatz gemacht. Es ist deshalb nicht möglich gewesen, die Wassermenge genau zu bestimmen.

Der **Vorsitzende** schlägt einen Beschluß vor, der Kommission zu danken und sie nach dem vom Prof. Schüle gegebenen Arbeitsplan zur Fortsetzung ihrer Arbeit einzuladen.

H. **Sachs** (London) wünscht, daß die Kommission ein Resumé über die Eisenbetonarbeiten der verschiedenen Länder ausarbeite und beantragt einen Beschluß, in welchem der Wunsch ausgedrückt wird, daß die Regierungen die Kommission finanziell unterstützen. Es wird hierauf folgender Antrag zur Vorlage an den Kongreß beschlossen:

Der Kongreß dankt der Kommission für die schon ausgeführte Arbeit und fordert sie auf, nach dem vom Professor Schüle angegebenen Weg weiter zu arbeiten. Der Kongreß drückt gleichzeitig den Wunsch aus, daß die Kommission von Regierungen und Behörden finanziell unterstützt werde.

Zum Bericht Eisenbetonkonstruktionen:

Experimentelle Untersuchung fertiger Bauwerke (IX_2).

H. **Rabut** (Paris) resumiert seinen Bericht und weist auf die Notwendigkeit hin, die aus Laboratoriumsversuchen gewonnenen Forschungsergebnisse durch Messungen an im Bau stehenden Bauwerken zu ergänzen. Der Kongreß möge solchen Untersuchungen seine moralische Unterstützung leihen, indem er solche Untersuchungen für nützlich und diesem Ziele entsprechend erklärt und wenn notwendig, in gewissen Fällen die Zustimmung oder die tätige Mitwirkung der maßgebenden Körperschaften erwirkt.

Zu dem Bericht des Herrn Dr. von Emperger über

Unfälle im Eisenbetonbau (IX_3)

bemerkt H. **Maynard** (St. Nazaire): H. Dr. v. Emperger habe in seinem Bericht die verschiedenen Ursachen angeführt, welche Unfälle im Eisenbetonbau herbeiführen können. Insbesondere die Mängel in der Herstellungsweise des Betons, auf die genug oft die Schwäche eines Bauwerks zurückzuführen ist. Er habe aber eine wichtige Ursache vergessen: die 2—4 cm dicke, aus fettem Zementmörtel bestehende Abdeckung, die oft auf dem Beton auf-

Digitized by Google

gebracht wird. Da der Kontraktionskoeffizient dieser Abdeckung größer ist als der des Eisenbetons, springt sie bei der Zusammenziehung und reißt den Beton mit, so daß er selbst Sprünge bekommt. Dies ist schon wiederholt bei Balkendecken und bei Reservoiren, deren Wände dadurch undicht wurden, beobachtet worden. Es zeigt sich dies besonders, wenn die Abdeckung und der Beton zu bald nach ihrer Fertigstellung einer hohen Temperatur ausgesetzt werden. Man soll sich darauf beschränken, die Unebenheiten des Betons nur mit einem Mörtel von 800—1000 kg Zement pro Kubikmeter Sand auszugleichen oder, wo Abdeckungen nicht vermieden werden können, sollte man sie auf 5—10 mm Dicke beschränken.

Der **Präsident** bemerkt, daß ein Bericht von Prof. Kirsch in Wien über den

Einfluß wiederholter Beanspruchung auf die Haftfestigkeit von Beton an Eisen mit reiner und verrosteter Oberfläche ($IX/_4$)

vorliegt. Da niemand das Wort ergreift, bringt er den Bericht von Herrn Nekrassow in St. Petersburg über die

Bedeutung dünner Querstreifen im Eisenbeton und das System des freien Verbandes ($IX/_5$)

zur Diskussion.

H. **Nekrassow** (St. Petersburg) gibt ein kurzes Resumé seines Berichtes mit einigen Lichtbildern und beantragt die Annahme der in demselben wiedergegebenen dieses System empfehlenden Resolution.

H. **Maynard** (St. Nazaire) hat schon im Jahre 1902 Versuche mit freien Eisenstücken zur Verstärkung des Betons gemacht und sehr günstige Resultate erhalten.

H. **Rabut** (Paris): Versteifungen in der angedeuteten Art seien schon seit mehreren Jahren in die Praxis übergegangen, hauptsächlich für Pfeiler, aber auch für Balken, Gewölbe und Mauerwerk. Man sei dadurch zu sehr leichten und doch sicheren Konstruktionen gekommen; es sei dies das Verdienst des H. Ing. Harel de La Noë.

Der **Vorsitzende** dankt Herrn Nekrassow für seinen interessanten Vortrag, bedauert aber, die von ihm gewünschte

Digitized by Google

Resolution nicht vorlegen zu können, weil der Kongreß grundsätzlich vor vielen anderen existierenden Eisenbetonsystemen nicht einem bestimmten System den Vorzug geben kann.

(Frühstückspause.)

Der **Vorsitzende** eröffnet die Verhandlungen über

Zement im Meerwasser.

H. **Colomb** (Paris) legt den vorstehenden Bericht des H. Bied

Über Zersetzung von Mörtel durch schwefelsäurehaltige Wasser XI_1

vor und lenkt besonders die Aufmerksamkeit auf die beigefügten Abbildungen von den Probekörpern.

H. **Czarnomsky** (St. Petersburg) spricht zu seinem Berichte

Über das Verhalten v. Zementblöcken in einigen russischen Häfen des Schwarzen und Kaspischen Meeres XI_2.

Er dankt dem dänischen Ing. Poulsen für seine wertvolle Arbeit über die Zerstörung von Zement im Meerwasser. Die Versuche, die der Redner gemacht hat, unterscheiden sich von Herrn Poulsens Versuchen darin, daß das Wasser in dem Schwarzen und Kaspischen Meer niemals eine niedrigere Temperatur als 5^0 C. hat. Die Zerstörung des Portlandzements oder Betons kommt hauptsächlich in zwei Formen vor. Erstens als Zerstörung der Oberfläche durch die Einwirkung des Wellenschlags, also hauptsächlich als eine mechanische Einwirkung; zweitens als Zerstörung des inneren Kerns, die hauptsächlich chemischer Natur ist.

H. Prof. **Gary** (Gr.-Lichterfelde) verweist auf den zweiten Bericht über das Verhalten hydraulischer Bindemittel im Seewasser seitens des königlichen Prüfungsamts in Gr.-Lichterfelde, welcher als Separatabdruck unter die Sektionsmitglieder verteilt wurde. Der erste Bericht ist schon im Jahre 1900 erschienen. Für diese Versuche sind sowohl dichte als auch wasserdurchlässige Mischungen verwendet worden. Die Versuche mit Zementbeton sind den Versuchen mit Traßbeton gegenübergestellt worden. Die Probekörper sind sowohl in Süß- als auch in Seewasser aufbewahrt worden. Letztere sind allen natürlichen Bedingungen ausgesetzt gewesen, welche an der Nordwestküste von Deutschland vorhanden sind. Redner wolle nicht zu weit in Einzelheiten gehen, aber nur fest-

Digitized by Google

legen, was er als die zwei Hauptresultate dieser Versuche betrachtet, daß erstens die Zuschläge von Traß oder Puzzolan für die Beständigkeit der Zemente förderlich erscheinen und daß es zweitens — was ihm als die Hauptsache erscheint — für die Beständigkeit der Zemente sehr notwendig ist, dichte Mischungen zu verwenden. Die Versuche haben sich schon über mehr als fünf Jahre erstreckt; da die Probekörper wechselnd in die Buhnen eingebaut sind und dadurch alle Mischungen gleichmäßig beansprucht werden, hat man mit Sicherheit feststellen können, daß ein gut hergestellter Zementbeton viele Jahre dem Meerwasser widerstehen kann. Zersetzungen von innen hinaus hat man nicht feststellen können. Er schreibt das wesentlich dem Umstande zu, daß die Körper sehr sorgfältig hergestellt wurden und lange genug an der Luft erhärteten. Man hat beobachtet, daß Probeblöcke, die sofort nach der Herstellung ins Seewasser gebracht sind, viel weniger widerstandsfähig sind als diejenigen, die ein Jahr an der Luft genügend erhärtet sind. Er erwähnt auch, daß Versuche mit Kalktraßmörteln in dieser Versuchsreihe einbegriffen sind.

H. Dr. Ing. Rud. **Dyckerhoff** möchte eine Versuchsreihe über das Verhalten von Portlandzement im Seewasser anführen, welche der »Verein Deutscher Portland-Zement-Fabrikanten« seit etwa zwei Jahren auf Sylt (Nordsee) im Gange hat. Veranlassung zu diesen Versuchen war die Vorschrift von Argentinien, nach welcher Zement zu Seebauten nicht mehr als 1% Schwefelsäure enthalten darf. Da nach den Erfahrungen des Vereines ein höherer Schwefelsäuregehalt, natürlich innerhalb gewisser Grenzen, nicht nachteilig wirkt, so wurden zur Lösung dieser Frage folgende Versuche mit zwei Portlandzementen ausgeführt:

Der Zement A war ein Portlandzement, welcher für alle Zwecke, such für Seebauten, zur Verwendung gelangt, Zement B ein Portlandzement, wie er speziell zu Seebauten geliefert wird. Der erstere hatte einen Schwefelsäuregehalt von 1·28%, der zweite 0·56%. Bei beiden Zementen wurde durch entsprechenden Gipszusatz der Schwefelsäuregehalt auf 2·5% erhöht.

Aus diesen vier Zementen wurden Würfel von 50 cm² Querschnitt in den Mischungen 1:2 und 1:4 Sand für Festigkeitsversuche bis zu zehn Jahren Erhärtung im Süßwasser, Seewasser und an der Luft im Freien angefertigt.

Digitized by Google

Vorläufige Mitteilung der Ergebnisse des kgl. Materialprüfungsamtes.

Prüfung auf Sylt von 2 Portlandzementen mit verschiedenem Schwefelsäuregehalt bei Erhärtung im Süßwasser, Seewasser und im Freien. Druckfestigkeiten in kg/cm² an Würfeln von 50 cm² Fläche ermittelt.

Mischungsverhältnis in Gewichtsteilen	1 Zement + 2 Sand			1 Zement + 4 Sand			1 Zement + 2 Sand			1 Zement + 4 Sand			
Lagerung bis zur Prüfung	Süßwasser	Seewasser	Im Freien	Süßwasser	Seewasser	Im Freien	Süßwasser	Seewasser	Im Freien	Süßwasser	Seewasser	Im Freien	
Zementsorte:	**Zement A unvermischt: 1·28% Schwefelsäuregehalt.**						**Zement A mit 2·77% Rohgipszusatz: 2·5% Schwefelsäuregehalt.**						
Alter 28 Tage	613	573	649	268	241	291	616	588	730	348	295	388	kg/cm²
„ 1 Jahr	656	620	855	259	251	405	875	716	821	348	236	393	„
Zementsorte:	**Zement B unvermischt: 0·56% Schwefelsäuregehalt.**						**Zement B mit 4·36% Rohgipszusatz: 2·5% Schwefelsäuregehalt**						
Alter 28 Tage	257	278	302	109	113	143	288	254	345	112	101	143	kg/cm²
„ 1 Jahr	365	292	441	167	133	250	434	340	598	190	149	307	„

	Zement A.	Zement B.
Normenprobe (1 : 3; 28 Tage Wasser)		
Zugfestigkeit	28·2	20·2 kg/cm²
Druckfestigkeit	399·0	169·0 kg/cm²
Rückstand auf dem 5000 Maschensieb	15·1	36·2 %
„ „ „ 900 „	2·0	7·8 %
1 Liter wiegt eingelaufen	1237 g	1414 g

Chemische Zusammensetzung.

	Zement A.	Zement B.
Glühverlust	0·65 %	1·58 %
Die Analyse ergab auf den geglühten Zustand berechnet:		
Unlöslicher Rückstand	0·11 %	0·10 %
Kieselsäure	22·17 %	22·55 %
Eisenoxyd	1·98 %	2·56 %
Tonerde	6·18 %	8·35 %
Kalk	67·2 %	64·11 %
Magnesia	0·92 %	1·05 %
Schwefelsäure (SO_3)	1·28 %	0·56 %
Alkalien	Rest.	Rest.

Digitized by Google

Zement B hatte infolge seines niederen Kalkgehaltes und der gröberen Mahlung in der Normenprobe und deshalb auch bei den Versuchen geringere absolute Festigkeiten als Zement A.

Redner verweist auf die Festigkeitsversuche bei Lagerung im Seewasser, von welchen die in folgender Tabelle ersichtlichen einjährigen Ergebnisse vorliegen.

Bei allen Mörteln ist die Festigkeit im Seewasser etwas geringer als im Süßwasser. Der Zement B zeigte im Seewasser trotz seines geringeren Schwefelsäuregehaltes ein ungünstigeres Verhalten als Zement A.

Der durch den Gipszusatz auf 2·5% erhöhte Schwefelsäuregehalt bewirkt bei beiden Zementen eine Festigkeitssteigerung sowohl im Süßwasser wie im Seewasser, durch den höheren Schwefelsäuregehalt (2·5%) wird also das Verhalten des Zementes im Seewasser nicht ungünstig beeinflußt.

Außerdem wurden noch aus allen vier Zementen Betonquader von $^3/_4$ m³ Inhalt in der Mischung 1 Zement : 2 Sand : 3 Granitschotter angefertigt und nach einem halben Jahre Erhärtung an der Luft in den Buhnen versenkt, woselbst dieselben der chemischen Wirkung und dem vollen Wellenschlag der Nordsee ausgesetzt sind.

In einer zweiten Versuchsreihe wurden Platten von 50×50 cm und 8 cm Dicke in der Mischung 1 : 2 und 1 : 4 angefertigt und auf dem Hafendamm im Wattenmeer nach vier Wochen respektive nach einem halben Jahre Erhärtung verlegt, wo sie der Ebbe und Flut ausgesetzt waren

Vergangene Woche war eine Kommission von Vertretern des „Vereines Deutscher Portland-Zement-Fabrikanten" gemeinsam mit einem Vertreter des kgl. Materialprüfungsamtes auf Sylt, um diese Platten zu besichtigen und Redner bittet Herrn Direktor Dr. Goslich, jetzt über den Befund Bericht zu erstatten.

H. Dr. **Goslich** (Stettin) berichtet, daß auf Sylt Parallelproben mit Betonplatten, hergestellt aus französischem schwefelsäurearmen Zememt B und deutschem schwefelsäurereicherem Zement A der Einwirkung des Nordseewassers ausgesetzt wurden. Hiebei ergab sich, daß die Platten B Risse und Spalten zeigten, während die Platten A absolut intakt waren. — Auch größere Blöcke, hergestellt aus 1 Zement + 2 Sand + 3 Granitschotter zeigten dasselbe Verhalten wie die Platten. Die Blöcke aus Zement B waren so angegriffen, daß der Granitschotter bloßgelegt war. Nach den vor-

Digitized by Google

liegenden Resultaten kann man sagen, daß die Forderung der argentinischen Republik, daß nur schwefelsäurearme Zemente für Seewasserbauten verwendet werden müßten, sehr irrig ist.

H. Prof. **Möller** (Braunschweig) ergänzt seinen Bericht:

Versuche mit Eisenbeton im Meerwasser (XI/$_3$).

Er habe vor 13 Jahren einen kleinen Versuchsbau ausgeführt auf dem Watt der Nordsee, etwa 50 m von dem Ufer entfernt, so gelegen, daß die Flut und Ebbe den Bau in 24 Stunden sowohl unter Wasser stellt wie an die Luft bringt. Er hat Platten von 7 cm Stärke, die mit runden Eiseneinlagen von 8 mm Durchmesser versehen waren, ausgeführt und beabsichtigte nur, die Verwitterungsverhältnisse, nicht die Konstruktion zu untersuchen. Die Zusammensetzung war 1 Zement: $2^1/_2$ Sand: 2 Pochkies. Die Platten haben sich die 13 Jahre bis auf 4 örtlich beschränkte Stellen einwandfrei gut gehalten, ohne außen oder innen irgend welche Veränderung zu zeigen. An den 4 Stellen war der Beton aber in den letzten Jahren zerfallen. Die Eiseneinlagen zeigten keine Spur von Rost, wo sie von Beton oder Zementmörtel 5 mm gedeckt und nicht der Oberfläche ganz nahe waren.

Redner hebt im Gegensatz zum Verhalten der zur Zeit ihrer Verwendung 40 Tage alten Platten die Aufweichung und weißliche Ausscheidung hervor, die Beton- und Zementmörtel, bald nach der Herstellung ins Meer gebracht, am Versuchsbau aufwiesen.

H. **Maynard** (St. Nazaire) möchte zu den vorgelegten Berichten einige Bemerkungen machen.

Zum Berichte des Herrn Bied sagt er, daß dieser wohl Studien mit Wasser von schwefelsaurem Salzgehalt gemacht hat, daß er aber die beobachteten Tatsachen nicht erklärt habe. Redner wolle eine gedrängte Erklärung vorbringen.

Die Hauptsache liege in der verschiedenartigen Wirkung des schwefelsauren Kalks und der schwefelsauren Magnesia. Die Zemente ohne Tonerde zersetzten sich in der Lösung des schwefelsauren Kalks und widerstanden der schwefelsauren Magnesia.

Seit dem Jahre 1885 habe der Redner darauf hingewiesen, daß die Blöcke aus dem Kalk von Teil sich im Meerwasser unter der Einwirkung des schwefelsauren Kalks erweichen, welcher die sehr basischen Kalksalze, die Silikate, Aluminate usw. durch eine noch

Digitized by Google

unbekannte Wirkung zu zersetzen scheint. Die sehr kalkhältigen Bindemittel können daher durch dieses Sulfat sehr leicht zersetzt werden. Wenn man dagegen denselben Mörtel in magnesiumsulfathaltiges Wasser taucht, so diffundiert der Kalk, das gebildete Kalksulfat kann nur in sehr geringer Menge in den Mörtel eindringen und kann auf die kalkarmen Verbindungen, die zurück bleiben, fast keine Wirkung ausüben; der Mörtel zersetzt sich daher, ohne zu blähen. Dies ist die Erklärung für die von Herrn Bied beobachteten Erscheinungen.

Die zweite beobachtete Erscheinung betreffe die gute Wirkung der Puzzolane und des entwässerten Tons und läßt sich wie folgt erklären: die zersetzten Mörtel enthalten immer Aluminiumsilikat und Hydrokarbonat vom Kalk. Nun habe Redner gezeigt, daß die Puzzolane Tonerde enthalten müssen, um nach der Einwirkung der Salze Ton wieder herzustellen. Eine Mischung von Zement mit entwässertem Ton, der sich mit Kalk verbindet, wird daher, mit schwefelsaurem Kalk in Berührung gebracht, ein gutes Verhalten zeigen, wenn er wenig Kalk enthält; wenn man ihn aber in eine Lösung von schwefelsaurem Magnesia bringt, wird der Kalk diffundieren und das hydratisierte Tonerdesilikat sich wieder bilden; ein Teil des Kalkes wird sich mit Kohlensäure verbinden und dem Mörtel die Kohäsion verleihen. Die Bindung der Kohlensäure an der Luft ist nicht imstande die Zersetzung des Mörtels zu verhindern.

Aus diesen Darlegungen folgt, daß es nicht das eigentliche Schwefelaluminat ist, welches das Blähen der Mörtel veranlaßt, sondern die ergänzende Hydratisation und die aufweichende und zersetzende Wirkung des Kalksulfats auf die sehr basischen Kalkverbindungen, die Silikate, die Aluminate usw.; dies ist der Grund warum die Bindemittel mehr Sulfat binden, als nötig ist, um Sulfoaluminate zu bilden. Bei monokalzären Bindemitteln tritt kein Blähen auf.

Ein starker Kalkgehalt ist daher gefährlicher als ein Überschuß an Ton und man kann gute Zemente mit viel Ton, aber mit wenig Kalk erzeugen.

Außer der erweichenden und zersetzenden Wirkung des Kalksulfats, die der Redner schon seit 1884 beobachtet, gibt es noch zwei andere wichtige Faktoren, nämlich: die ergänzende Hydratisation und die Diffusion des Kalkes. Sie sind die vorherrschenden.

Digitized by Google

Das Sulfoaluminat spielt nur eine nebensächliche Rolle; es ist gewiß, daß das Kalksulfat für die tonreichen Verbindungen mehr Affinität hat als für die sehr basischen Silikate.

Die Schlußfolgerung, die der Redner schon so oft gezogen hat, ist die, daß die für Seebauten bestimmten Zemente nur wenig Kalk enthalten dürfen.

Zu dem Bericht des H. Prof. Czarnomski bemerkt H. Maynard, daß die Besichtigung von Blöcken in gewissen russischen Häfen von neuem die Erfahrungen bestätigt haben, die mit den in La Rochelle seit 1852 versenkten Blöcken gemacht worden sind. Da aber die Zusammensetzung der Mörtel in Hundertstel Gewichtsteilen und nicht in Volumteilen, wie es der Redner befürwortet, gegeben sind, kann man sich von dem Grade der Zersetzng der Blöcke nicht Rechenschaft geben. Herr Czarnomski beschreibt die Zersetzung der Diffusion des Kalkes und den Niederschlag des Magnesiumhydrats und wahrscheinlich des Sulfoaluminats. Diese angegebenen Wirkungen umfassen nur einen kleinen Teil der wirklichen Vorgänge; um daher die Wirkung des Meerwassers zu erklären, müsse man zu den oben angeführten Ursachen noch die anderen Erscheinungen zu Hilfe nehmen, welche der Redner in früheren Studien angegeben hat und die er hier nicht nochmals wiederholen könne.

Zu der Ansicht des H. Feret, daß es kein sicheres und rasches Verfahren gebe, um die Widerstandsfähigkeit der Bindemittel im Meerwasser zu bestimmen, sagt H. Maynard, diese Bestimmung müsse aus Gründen der Diffusion, die der Redner entdeckt und im Jahre 1901 veröffentlicht hat, in der Weise gemacht werden, daß man die Bindemittel mit dem Meerwasser selbst in Berührung bringt und daß man die Veränderungen in der Zusammensetzung analytisch angibt. Redner habe dieses Verfahren, welches nach einem Jahre das Verhalten eines Bindemittels angibt, beschrieben und angewendet.

Endlich möchte der Redner zu der vom H. Prof. Möller beobachteten Aufweichung und weißen Ausscheidung des Portlandzements, der kurz nach seiner Zubereitung mit Meerwasser in Berührung kam, eine Erklärung geben. Beim Gebrauch eines hoch indizierten Zements, wird bei dessen Anmachen wenig Kalk frei. Dieser soll zusammen mit den hydratisierten Salzen an der Körneroberfläche den Zusammenhalt der Zementteilchen bewirken. Wird

Digitized by Google

ein solcher Zement gleich nach dem Anmachen ins Meerwasser gebracht, so wird sich das gebildete Kalkhydrat auflösen, rasch austreten und durch das Magnesiumsulfat in schwefelsauren Kalk überführt werden. Der Mörtel wird sich erweichen, weil kein Kalk zur Erhaltung seiner Kohäsion da ist.

Ähnliches geschieht, wenn man bei der Herstellung des Betons zu wenig Wasser nimmt. Die weißen Ausscheidungen werden von Magnesium- und Kalkkarbonat gebildet.

Bei der Erzeugung von Beton für Meerwasser muß man daher Sorge tragen möglichst viel Wasser zu verwenden (um die größtmögliche Menge von Kalkhydrat zu erzeugen) und den Beton gleichzeitig gut stampfen, um ihn so dicht wie möglich zu machen. H. Maynard hat daher bei Betonbauten im Meer spezielle Vorschriften zur Vermeidung dieser Mängel erlassen.

H. **Poulsen** [Lemvig] hatte beabsichtigt, einen Auszug aus seinem Bericht

Zement im Meerwasser (XI_5)

der allen Verbandsmitgliedern als gesondertes Heft zugekommen ist[1]), vorzulesen. Da die Zeit aber sehr kurz bemessen ist, wolle er nur einige Worte sagen, da ohnehin der Auszug selbst in den »Mitteilungen« noch veröffentlicht werden soll. Er bemerkt, daß die Versuche mit Beton im Meerwasser sich bis jetzt nur über 10 Jahre erstreckt haben, was er als zu wenig ansieht. Die Hauptursache der Zerstörung der Blöcke ist der Wellenschlag und das Wechseln von Einfrieren und Auftauen, ferner die wechselnde Wirkung des Austrocknens während der Ebbe und Durchnässung während der Flut.

H. Prof. **Gary** bemerkt, in Deutschland habe man großes Gewicht darauf gelegt, drei typische Zemente zu wählen, von welchen sehr genaue chemische Analysen ausgeführt sind. Er hält es nicht für richtig, daß fünf Jahre nicht ausreichen sollen, um vorläufige Schlüsse zu ziehen. Übrigens wurden auch die deutschen Versuche wieder fortgeführt. Wenn aber die Zemente sich während fünf Jahren gut erhalten haben, muß man doch annehmen, daß sie sich weiter gut bewähren werden. Die Bauwerke sollen nicht unvergänglich, sondern nur für eine bestimmte Zeit berechnet sein.

[1]) Zement im Meerwasser, Bericht über die vom Verein skandinavischer Portlandzement-Fabrikanten seit 1896 durchgeführten Versuche. Bericht von A. Poulsen, Verlag Gad, Kopenhagen. 3 Frcs.

Digitized by Google

H. **Candlot** (Paris) bemerkt, daß alle hydraulischen Bindemittel durch Meerwasser unter gewissen Umständen zersetzt werden. Mit einem guten Portlandzement und dichtem Mörtel kann man eine sehr große Dauer im Meerwasser erzielen; um das Maximum der Dichtigkeit zu erreichen, ist ein sehr guter Sand notwendig; man schenkt diesem Punkt gewöhnlich zu wenig Aufmerksamkeit. Man hat die Puzzolanzuschläge befürwortet, man hat besonders Traß, leicht gerösteten Gaize etc. empfohlen: . . . aber der — vielleicht nützliche — Einfluß dieser Stoffe ist noch nicht absolut erwiesen, er scheint sich vor allem in der Vermehrung der Dichtigkeit zu äußern.

Die Rolle, die man den puzzolanartigen Stoffen zuschreibt, ist die, daß sie den frei gewordenen Kalk binden und ihn hindern, aus dem Mörtel auszutreten und diesen kalkärmer zu machen. Aber es scheint, daß sich dieses Resultat sicherer erzielen läßt, wenn man ein Bindemittel verwendet, in welchem der Kalk in möglichst geringer Menge vorhanden ist und das hievon während des Abbindens nur sehr wenig abgeben würde.

Der Redner hat einen künstlichen Zement hergestellt, der wenig Kalk enthält, indem er vor dem Brennen in die Masse eine gewisse Menge Gips einführte.

Der Gegenwart des schwefelsauren Kalkes ist es zuzuschreiben, daß der Zement gebrannt werden kann, ohne plötzlich zu Pulver zu zerfallen, wie das immer bei der Verringerung des Kalkgehalts geschieht. Der gebrannte Zement enthält bloß 5—6% schwefelsauren Kalk und dies ist, wie die Erfahrung zeigt, nicht schädlich. Mörtel mit diesem Zement ausgeführt widerstehen seit 10 Jahren sehr gut in Lösungen von Magnesiumsulfat und Kalksulfat. Der Gehalt des Zementes an Kalk kann bis zu 50% heruntergebracht werden und man beobachtet, daß sich im Moment des Abbindens und während der ersten Tage der Erhärtung keine Kalkhydratausscheidung zeigt, wie bei den Portlandzementen.

H. **Foß** (Kopenhagen) lenkt in seiner Eigenschaft als Mitglied des Organisationskomitees die Aufmerksamkeit der Versammlung auf den Ausflug nach Lemvig, wo die Teilnehmer eine gute Gelegenheit haben werden, sich von dem vom Herrn Oberingenieur Poulsen berichteten Resultate zu überzeugen. Er möchte betonen, daß die richtige Zusammensetzung des Zements die Hauptsache ist und verweist weiter auf den Schlußsatz in dem Berichte vom Herrn

Digitized by Google

Oberingenieur Poulsen, der in seinem Resumé sagt, daß Portlandzement, wenn er richtig benützt wird, eigentlich den chemischen Angriffen wenig unterliegt und daß die Zerstörung der großen Blöcke, vorausgesetzt, daß sie genügend dicht hergestellt sind, auf klimatische Verhältnisse zurückzuführen ist.

Zur letzten Mitteilung des Herrn Candlot fügt der Redner bei, daß es wirklich möglich ist, einen Zement zu machen, der vom Meerwasser gar nicht angegriffen wird und verweist auf die Erfindung und Patente des schweizerischen Zementchemikers Herrn Gresly. Herrn Greslys Zement ist ein Zement, welcher aus Kalk, Ton und Gips hergestellt wird. Versuche, die in dem Laboratorium des Redners sowohl in konzentrierten Salzlösungen wie in Meerwasserlösungen vorgenommen wurden, haben ergeben, daß dieser Zement gar nicht vom Meerwasser angegriffen wird. Ob das in der Zukunft einen praktischen Wert haben wird, könne er nicht beurteilen.

H. Dr. Ing. Rud. **Dyckerhoff** (Amöneburg) versteht nicht, warum schwefelsäurereichere Zemente, deren Schwefelsäuregehalt im Süßwasser keinen nachteiligen Einfluß hat, beim Erhärten im Seewasser mehr angegriffen werden sollen als schwefelsäureärmere Zemente. Versuche haben dann auch ergeben, daß schwefelsäurereiche Zemente bis zu 2·5% Schwefelsäureanhydrid sich sehr gut in Salzwasser bewähren. Er glaubt nicht, daß es notwendig sein wird, die Versuchsperiode über mehr als zehn Jahre zu erstrecken, wie es Herr Oberingenieur Poulsen empfiehlt.

H. **Laborbe** (Paris) lenkt die Aufmerksamkeit der Versammlung auf einige Versuche, die er auf Aufforderung des Herrn Professors Le Chatelier gemacht hat. Er hat gefunden, daß der Zusatz von Zellulose den Zement gegen Seewasser widerstandsfähiger machen kann, besonders als Gegenwirkung des freien Kalkes.

H. **Leduc** (Paris) meint, die Frage der Widerstandsfähigkeit von Zement im Seewasser könne durch synthetische Versuche mit Zementen gelöst werden, welche verschiedene Mengen von Kieselsäure, Aluminium, Kalk usw. enthalten. Diese Zemente sollen Lösungen von den verschiedenen Elementen, die das Meerwasser enthält, ausgesetzt werden. Er schlägt der Versammlung die folgende Resolution vor:

„Der Kongreß schlägt vor, einige Fabrikanten zu bitten, „verschiedenartig zusammengesetzte Zemente herzustellen.

Digitized by Google

„Diese Zemente sollen an verschiedenen Versuchsstellen „untersucht werden und zwar in künstlichem und in natür- „lichem Meerwasser, welche die verschiedenen Bestandteile „getrennt oder gemischt enthalten z. B. Lösungen von Koch- „salz, Magnesiumsulfat, Magnesiumsulfat + Kochsalz etc."

H. **Feret** (Boulogne sur Mer) stellt mit Vergnügen fest, daß die von H. Gary berichteten Beobachtungen mit jenen übereinstimmen, die er selbst seit langem gemacht hat. Die Tatsache, daß vollkommen dichte Mörtel am besten der zersetzenden Wirkung des Meerwassers widerstehen, ist übrigens wohlbekannt. Was die Versuche betrifft, auf Grund deren Herr Gary — wie dies der Redner selbst schon getan hat — feststellt, daß die Puzzolanzuschläge die Zemente verbessern, so widersprechen sie den ehemaligen Erfahrungen, auf Grund deren Herr Dyckerhoff sich im entgegengesetzten Sinn ausgesprochen hat.

Diese Verbesserung ist nicht bloß einer physikalischen Wirkung zuzuschreiben, wie es der Herr Candlot behauptet, und die in dieser Hinsicht vom Herrn Candlot angeführten Versuche sind durch lange Zeit gemacht worden. Der Redner hat durch Zementmischungen die zum Teile mit feinpulverisiertem Puzzolan, zum anderen Teile mit indifferenten Stoffen derselben Feinheit hergestellt waren, gezeigt, daß die erste Mischung viel besser der Zersetzung widerstand als die zweite.

Zu den Zementen, die aus stark tonhältigen Mischungen, denen vor dem Brennen ziemlich viel Gips beigegeben wurde hervorgingen, bemerkt Herr Feret, daß er Gelegenheit gehabt hat, solche vom Herrn Candlot versuchsweise hergestellte Zemente zu prüfen, und daß sie bei geringem Widerstand gegen mechanische Proben sich im Meerwasser seit mehreren Jahren gut zu verhalten scheinen. Er glaubt, daß diese Zemente verdienen würden, studiert zu werden.

H. Dr. Ing. Rud. **Dyckerhoff** bemerkt, daß Laboratoriumsversuche viel weniger wertvoll sind als Versuche in der Praxis. Deshalb sind die Garyschen Versuche, welche unter wirklichen Verhältnissen im Meerwasser ausgeführt sind, wertvoller als die Feretschen Versuche.

H. **Candlot** (Paris) erinnert, daß der von dem Herrn Präsidenten genannte, von Gresly patentierte Zement eben derselbe war, von welchem er selbst gesprochen hatte. Gresly hat einen weißen Zement herstellen wollen. Er selbst hat einen speziellen,

Digitized by Google

dem Seewasser widerstehenden Zement herstellen wollen und sie beide haben sich über die Erzeugung dieses Zementes geeinigt.

H. **Czarnomsky** (St. Petersburg) will nicht die vorzüglichen Eigenschaften des Portlandzements im Meerwasser — hinsichtlich der Gleichförmigkeit seiner chemischen Zusammensetzung seines großen Widerstandes gegen Druck und Zug, seiner Volumbeständigkeit — verkleinern, aber er findet, daß diese Eigenschaften des Portlandzements nicht hinreichen. Er glaubt, daß im Meerwasser die chemischen Einwirkungen viel gefährlicher sind als die mechanischen. Ein Zuschlag von Puzzolan ist ein sehr gutes Mittel, um die Zersetzung zu vermeiden und er glaubt auch, daß der früher erwähnte weiße Zement, besonders für Hafeningenieure, von Interesse ist.

H. Dr. Ing. Rud. **Dyckerhoff** bemerkt, daß in einigen der Versuchsreihen im Poulsenschen Bericht die Probekörper dem freien Meer ausgesetzt sind, aber in einigen sind sie vor dem Wellenschlag geschützt. Solche zwei Versuchsreihen kann man nicht vergleichen.

H. **Sachs** (London) begründet und schlägt die folgende Resolution vor:

Zement im Meerwasser.

Der Kongreß empfiehlt die Einsetzung einer kleinen Kommission. Diese habe:

a) bis zum Dezember 1910 irgend welche noch nötige Auskünfte und Ergänzungen zu erhalten bezüglich der vorliegenden Berichte;

b) diese Berichte und Ergänzungen zusammenzufassen und die Resultate im Auszug dem nächsten Kongreß vorzulegen;

c) Aufschlüsse zu sammeln über das Einwirken von Seewasser auf Portlandzementbauten, die vor mehr als 25 Jahren gebaut worden sind.

H. Dr. **Goslich** schlägt vor, daß die Resolutionsvorschläge des H. Leduc und H. Sachs gedruckt und am nächsten Tag unter den Mitgliedern verteilt werden mögen, bevor man zu der Abstimmung schreitet.

Der **Vorsitzende** willigt ein und vertagt die Verhandlungen auf den nächsten Tag um $9^1/_2$ Uhr.

Digitized by Google

Zweiter Sitzungstag, Donnerstag, den 9. September 1909.

Vorsitzender: H. Geniehauptmann **Grut.**

Der **Vorsitzende** eröffnet die Sitzung um $9^1/_2$ Uhr vormittags und bringt die Frage „Zement im Seewasser" zur weiteren Diskussion.

H. **Colomb** (Paris): In dem Berichte des H. Poulsen über die Erfahrungen, die seit zehn Jahren von dem Verein skandinavischer Portlandzement-Fabrikanten gemacht wurden, sind die französischen Produkte durch den Kalk aus den Werken von Teil vertreten. Redner zitiert aus Seite 22 und 24 des Berichtes, daß die Laboratoriumsversuche mit dem Kalk gute Resultate ergeben haben, daß sie sich aber auf der nördlichen skandinavischen Seeküste nicht gut bewährt hätten und daß der Berichterstatter zu dem Schlusse kommt, daß Kalk von Teil in fetter Mischung in der Festigkeit hinter magerem Portlandzement zurückgeblieben sei, daß aber der magere Kalkmörtel von Anfang an durch die Wirkungen des Frostes und des Wiederauftauens zerstört wurde und daß der Versuch in Vardo schließen lasse, daß die mechanischen, zerstörenden Wirkungen die gleichzeitige chemische Zerstörung beschleunigt haben.

Der Redner möchte erinnern, daß der Kalk von Teil niemals den Anspruch erhoben habe, die Festigkeit der Zemente zu erreichen. Dagegen liefere er für Arbeiten im Meerwasser von mittlerer Temperatur ein wenig zersetzbares und billiges Bindemittel. Dies habe auch H. Generalinspektor Guerard in seinem Briefe an den Präsidenten der Kommission, der im Berichte abgedruckt ist, ausdrücklich betont und die Vorteile und die Eignung dieses Kalkes bei den Hafenbauten in Marseille hervorgehoben.

Es sei sicher, daß der Kalk bei den rauhen klimatischen Verhältnissen der skandinavischen Versuche gegenüber dem Portlandzement im vorhinein keine gute Rolle spielen konnte. Der Wechsel von Gefrieren und Wiederauftauen, zu dem sich der Einfluß der Wellen gesellt, mußte in einem Produkt von mäßiger Festigkeit, das langsam abbindet, Sprünge hervorrufen, welche der chemischen Einwirkung des Meerwassers Tür und Tor öffnet. Vielleicht wäre es angezeigt gewesen, in so hohen Breitegraden einen Kalk in fetterer Mischung anzuwenden als jenen, welchen der Generalinspektor Guerard für das verhältnismäßig warme

Digitized by Google

Wasser des Mittelmeeres als befriedigend erklärt hat. Auch Herr W. Czarnomski habe in seinem Bericht die guten Ergebnisse des Kalkes von Teil in gewissen russischen Häfen des Schwarzen und Kaspischen Meeres festgestellt. Auch müsse er bedauern, daß die vergleichenden Versuche nicht auch auf den Zement von Teil ausgedehnt wurden, wie es die Kommission beabsichtigt hat. Im großen und ganzen könne man übrigens aus den dem Berichte beiliegenden Photographien keinen sehr ausgesprochenen Unterschied wahrnehmen zwischen dem Aussehen der Würfel Nr. 11 und 3, die aus dem Kalk von Teil, bezw. aus dem skandinavischen Zement erzeugt worden sind.

H. Dr. Ing. Rud. **Dyckerhoff** (Amöneburg) berichtet über einige Versuche über die chemische Wirkung von Meerwasser auf den inneren Kern des Betons. Er hat schon vor drei Jahren in Brüssel mitgeteilt, daß der „Verein Deutscher Portlandzement-Fabrikanten" Versuche ausgeführt habe und von den durch 10 Jahre im Meerwasser erhärteten Proben den inneren Kern und die äußere Schale von 5 mm Dicke analysieren ließ. Es habe sich dann gezeigt, daß an der äußeren Schale chemische Veränderungen in der Weise vorgegangen seien, daß etwas Kalk ausgetreten und Magnesia eingetreten war und zwar hauptsächlich bei mageren Mischungen. In allen Fällen blieb indessen die Zusammensetzung des inneren Kernes unverändert.

H. **Laborbe** (Paris) versteht nicht, weshalb die Leducsche Resolution sich auf synthetische Zemente begrenzen und weshalb sie nicht auf natürliche Zemente erweitert werden soll.

H. Dr. **Lieven** (Noworossisk): Das Material des Herrn Candlot soll nach seiner Aussage aus Portlandzement mit einem Zusatz von 25 % Gips bestehen. Der Gips wird dem Material vor dem Brennen zugesetzt. Herr Candlot behauptet, daß dadurch, daß eine Schwefelsäureverbindung im Materiale schon vorhanden ist, das Seewasser keine weiteren schwefelsauren Salze hineinbringen und andere Teile abgeben werde. Es wurde auch gesagt, daß langjährige Laboratoriumsversuche die Bewährung des Materials erwiesen hätten. Der Redner meint, daß sich in dem Material durchaus nicht schwefelsaurer Kalk befinden wird. Dieser wird vor dem Brennen zugesetzt, wo er die Temperatur von über 1200° auszuhalten hat, wie der andere Teil, der zu Portlandzement gebrannt werden soll. Prof. Glasenapp in Riga hatte in der

Digitized by Google

Tonindustriezeitung die Frage des Estrichgipses klargestellt, bei der genannten hohen Temperatur verwandelt sich der Gips in eine Doppelverbindung von schwefelsaurem Kalk und Calciumoxyd, das ist eine analoge Verbindung wie die des Portlandzements (eine Verbindung aus kieselsaurem Kalk und Calciumoxyd). Es sei nicht verständlich, warum die schwefelsaure Doppelverbindung des Kalkes vom Meerwasser weniger angegriffen werden soll als die kieselsaure. Hiezu kommt noch: beim Brennen des Gemisches nach dem Vorschlag Candlot ist der Vorgang durchaus nicht so glatt, wie bei der Bereitung des Estrichgipses. In welcher Weise die Kieselsäure der Portlandzementverbindung beim Brennen auf die Schwefelsäureverbindung wirkt, das können wir noch nicht präzise ausdrücken. Das Material, das Herr Candlot vorschlägt, stellt kein chemisches Individium dar, sondern ist willkürlich zusammengestellt. Der Redner kann daher nicht empfehlen, auf den Antrag Leducs einzugehen.

Der **Vorsitzende** bringt nun die Anträge Sachs a), b), c) und den Leducschen Antrag in folgender Fassung als Punkt d) zur Abstimmung: Die Kommission habe: „d) verschiedene Proben zu machen in der Art, wie Herr Leduc sie angeregt hat". Dieser Antrag wird mit den Punkten a) bis c) angenommen.

Der **Vorsitzende** dankt allen Diskussionsteilnehmern für ihre wertvollen Mitteilungen und ladet H. Prof. **v. d. Kloes** (Delft) ein, seinen Bericht

Über den Einfluß fehlerhafter Mörtelmischung (XIII/$_4$)

zu erstatten.

H. Prof. v. d. **Kloes** bedauert, daß die meisten Baumeister noch immer für die Tatsache blind sind, daß ohne einen gewissen Sandgehalt der Mörtel schwindet und sich vom Steine löst. Selbst Gemeindeverordnungen größerer Städte in Holland schreiben noch immer für gewisse Zwecke sogenannten starken Traßmörtel, d. h. ein Gemisch von Traß und Kalk ohne Sand, vor. Ein solcher Mörtel bewirkt nach dem eingangs Gesagten, das Ausfallen der Mauerfugen, das Loseliegen der Deckschichten auf Kai- und Umwehrungsmauern. Man schreibe diese Erscheinungen ziemlich allgemein dem Froste zu. Bei vielen habe sogar die Meinung Wurzel gefaßt, daß Traßmörtel nicht frostbeständig sein sollte.

Ein zweiter Anlaß zum Untergange von Mauerwerk in sandlosen oder sandarmen Traßmörteln sei das unrichtige Verhältnis

Digitized by Google

zwischen Kalk und Traß. Es sei in allen Hinsichten zu empfehlen, Traß und Kalk im Verhältnis etwa von 5 zu 4 Raumteilen zu Puzzolanzement durcheinanderzumahlen. Ein Übermaß von Traß bleibe unangegriffen als neutrales Steinpulver im Mörtel zurück und werde keinen Anlaß zu Schwierigkeiten geben. Ein Kalkübermaß hingegen ist der Ursprung allerlei täglich vorkommender Schäden. Die feinen Traßteile werden dann sozusagen vom Kalkteig verschlungen; es entsteht zwar ein fester Körper, jedoch ein Körper, welcher sehr empfänglich für Wasser ist, vom Wasser ausgelaugt wird und Ausschlag sowie Mauerfraß verursacht.

Der Redner empfiehlt daher auf Grund langjähriger Beobachtungen folgende Vorschriften für Zusammensetzung von Traß und Zementmörtel:

Magerer Kalk	Fettkalk	Kalkteig	Traß	Portland-zement	Puzzolan- (Traß-Kalk-) zement	Sand
a) Unbedingt wasserdichte und fortwährend unterm Wasser verbleibende Mörtel.						
1	—	—	$1^1/_4$	—	—	$1^1/_2$
—	1	—	$1^1/_2$	—	—	2
—	—	1	3	—	—	4
—	—	—	—	1	—	2
—	—	—	1	1	—	$2^1/_2$
—	—	—	—	—	1	1
b) Kai- und Schleusenmauern u. s. w.						
1	—	—	$1^1/_4$	—	—	$2—2^1/_2$
—	1	—	$1^1/_2$	—	—	$2^1/_2—3$
—	—	1	3	—	—	5—6
—	—	—	—	1	—	3
—	—	—	1	1	—	4
—	—	—	—	—	1	$1^1/_2$
c) Fundamente und Hochbau.						
1	—	—	$1^1/_4$	—	—	3—4
—	1	—	$1^1/_2$	—	—	4—5
—	—	1	3	—	—	8—10
—	—	—	—	1	—	3
—	—	—	1	1	—	4—5
—	—	—	—	—	1	3

Soll Portlandzementmörtel durchaus wasserdicht sein, so dürfen darin nicht mehr als 2 Raumteile Sand auf 1 Teil Zement vorhanden sein. In der Luft schwindet Mauerwerk aus diesem Mörtel auseinander und man darf keinesfalls weniger als $2^1/_2$ Teile Sand auf 1 Teil Zement beimischen.

Digitized by Google

Wird aber wegen Verbilligung oder leichterer Verarbeitung Kalk beigemischt, so macht man mit Rücksicht auf Ausschlag und Mauerfraß das Verderblichste, was man tun kann.

Es sind zweierlei Angriffsformen bei der Zerstörung des Mauerfraßes wahrzunehmen: erstens ein Ein- und Zerfressen von außen nach innen, „Mauerfraß" („Muurkanker") und zweitens eine Abscheidung von bisweilen sehr dünnen, oft auch dickeren, harten Schiefern, welche durch Anhäufung und Aufquellen von Stoffen in den Poren unter der Oberfläche abgesprengt sind.

Die Ursache der Zerstörung der Steine scheint hauptsächlich darin zu liegen, daß die Auskristallisierung der Salze in den Poren der Steine mit Volumenvergrößerung gepaart ist, welche die angrenzenden Teile zertrümmert. Die jedesmalige Auflösung des Ausschlags durch Regen und das Wiederauskristallisieren bei Trocknung macht, daß dieselben Salzteile wiederholt ihre Wirkung ausüben können.

Dieser Vorgang zeigt sich beim Gebrauch von salzigem Wasser zur Mörtelbereitung stärker als beim Süßwasser. Es zeigt sich nicht allein beim Backstein, sondern ebenso beim tonhaltigen Sandstein und vor allem beim Trachyt. Bei letzterem denkt Redner an den Cölner Dom, welchen er besichtigt hat. Was er da gesehen, hat seine schlimmsten Erwartungen übertroffen.

Soweit dem Redner bekannt, wird der Vorgang nicht beim Kalkstein und künstlichem Kalksandstein angetroffen.

Es erscheint ihm zweifellos, daß die meisten Verwitterungserscheinungen bei Bauten weniger im Stein selbst als im Mörtel, worin dieser vermauert ist, ihren Grund finden. Für die wissenschaftliche Untersuchung liegt hier noch ein ausgedehntes, nahezu unbearbeitetes Feld offen. Redner möchte vorschlagen, daß der Verband es in den Kreis seiner Arbeiten aufnähme und dazu einen besonderen Ausschuß bilde.

Beim Gebrauch von Traßmörtel nach seinen Vorschriften, die sich in der Praxis schon vollkommen bewährt haben, zeigen sich die erwähnten Schäden nie. Dieselben guten Erfahrungen macht man bei mit Traß statt mit Kalk verlängertem Portlandzementmörtel. Traß macht ohnedem den Zement unempfindlich für den Einfluß des Seewassers. Bei ihm sei bei einigen Wasserbauwerken Mörtel von 1 Zement, 1 Traß und 4 Sand mit gutem Erfolg verarbeitet, und in 1 Zement, 1 Traß, 3 Sand wurden

Digitized by Google

taugliche Regenbehälter gemauert. Den größten Nutzen wird man vom Traß haben, wenn er von vornherein mit dem Zement durcheinandergemahlen wird. Gegen einen ehrlichen Handel in einem durcheinandergemahlenen Gemisch von gleichen Raumteilen Zement und Traß ist also tatsächlich nichts einzuwenden. Allen Parteien würde dadurch gedient sein, um so mehr als es Zementmarken gibt, welche durch diese Vermischung bis 10 v. H. an Festigkeit zunehmen.

Der Redner führt nun eine Reihe von Beispielen an über die bösen Folgen, welche die Verwendung von kalkreichem Zementmörtel für den Bestand des Mauerwerks haben. So führt er unter anderem auch an, daß von der Ferne besehen bei den alten Festungswerken in der Umgegend von Utrecht der Mörtel in weißen Strömen aus der Mauer zu laufen scheint.

Schneller geht unrichtig ausgeführtes Mauerwerk seinem Untergang entgegen, wenn es zeitweise unter Wasser gerät. Daher das so allgemein vorkommende Einfressen der Kai- und Ufermauern und Eisenbahnbrückenpfeilern in der Höhe des Wasserspiegels. Dies geschieht um so schneller, je bewegter das Wasser ist.

Außerdem kann doch dort, wo solcher fetter Mörtel verarbeitet werden, kein Zusammenhang bestehen bleiben zwischen der Natursteinverkleidung und dem Ziegelmauerwerk dahinter; ungleiches Setzen muß das notwendige Ergebnis sein. Die Lockerheit des Mauerwerks ist, wo sie auftritt, deutlich an dem dumpfen Klang beim Daraufklopfen zu bemerken.

Noch eine eigentümliche Erscheinung ist manchmal an schwerem, altem Mauerwerk wahrzunehmen: das Sichlösen und Ausbauchen einer Ziegelbreite dicken Kruste. Redner erklärt dies damit, daß die Mauerfugen an der Außenfläche mit Einbegriff derer hinter den Läufern leicht mit Wasser gesättigt werden und sich beim Frieren ausdehnen. Die entstehenden wagerechten Spannungen zersprengen die Mauerfugen hinter den Läufern und zerbrechen zu gleicher Zeit die Binder; die entsehenden senkrechten Spannungen, veranlassen die Krümmung der gelösten Schale.

Der Redner führt ferner einige interessante Fälle an, wo infolge des kalkreichen Zementkalkmörtels das Mauerwerk durch Ausschlag und Abschiefern verdorben wurde, so ein alter holländischer Backsteingiebel aus Leyden, der Jahrhunderte getrotzt, abgerissen und von neuem an anderer Stelle mit Zementkalkmörtel

Digitized by Google

aufgebaut, jetzt an zahlreichen Stellen eingefressen ist. Ebenso im Falle eines Fabrikschornsteins, welcher drei Jahre nach dem Bau in so baufälligem Zustand war, daß er abgerissen werden mußte, trotzdem das Hohlziegelmaterial recht gut und dessen Beanspruchnahme gering war. Auch die Durchlässigkeit von einzelnen in den letzten Jahrzehnten in Deutschland gebauten Talsperren sind auf ähnliche Ursachen zurückzuführen.

Auffallend ist noch die Einwirkung des Zementkalkmörtels auf glasierte Ziegel und auf glasierte Wandfliesen, die auf die Mauer geklebt sind. Die Mauer enthält zahllose Haarrisse. Darauf und auf den Fugen zwischen den Plättchen erscheint derselbe samtartige Ausschlag wie auf Rohbaumauerflächen; in den Poren unter der Glasur kristallisieren dieselben Salze aus und die Oberflächen der Plätten und Ziegel schiefern muschelförmig ab; am schlimmsten äußert er sich in manchen Bahnhoftunneln, z. B. in Cöln, Königswinter und Delft.

H. Dr. Ing. Rud. **Dyckerhoff** (Amöneburg) weist auf einige Versuchsreihen über Traß, Traßzement und Zementkalkmörtel von Dr. H. Renezeder in Wien hin, welche Zementkalkmörtel mit überschüssigem Kalkgehalt betreffen.

H. **Herfeldt** (Andernach a. Rh.): Herr Dr. Renezeder hat Versuche mit Zementkalkmörtel mit überschüssigem Kalk gemacht. Diese Kalkmörtel haben in kurzer Zeit eine große Festigkeit erreicht. Es ist aber eine kleine, sich nur über drei Monate erstreckende Reihe von Laboratoriumsversuchen und man müsse deshalb vorsichtig sein, aus ihnen auf das Verhalten in der Wirklichkeit zu schließen, weil die Wirkung des überschüssigen Kalkzusatzes sich in dieser kurzen Zeit nicht zeigen kann. Redner sei mit dem Herrn v. d. Kloes über die Schädlichkeit des Kalkzusatzes zum Zementmörtel einer Meinung und stimme seinen angeführten Erfahrungen zu. Er müsse deshalb vor Ergebnissen von Versuchen von kurzer Dauer warnen, die entgegengesetzte Resultate ergeben.

H. Dr. Eugen **Dyckerhoff** (Biebrich) fügt einige Beobachtungen zu dem Vortrage des Herrn v. d. Kloes bei. Das Mauerwerk in einer Brücke in Mainz ist angegriffen worden, während der Mörtel so gut und wasserdicht war, daß das Wasser nicht durchdringen konnte. Die Steine sind aber durchnäßt worden, so

Digitized by Google

daß sie später durch den Frost zersprungen sind. Er unterstützt den Vorschlag des Herrn v. d. Kloes, eine Kommission zu ernennen.

H. Prof. v. d. **Kloes** möchte folgende Hauptsätze aufstellen:

1. Kompakte Mörtel können an der Luft schwinden und sind deshalb nicht empfehlenswert;

2. Mörtel können dicht und doch in hohem Maße auslaugbar sein;

3. Druck- und Zugfestigkeitsproben sind ein schlechter Maßstab für die Tauglichkeit der Mörtel in der Praxis; sehr feste Mörtel können Ausschlag und Mauerfraß verursachen.

Der **Präsident** schlägt folgende Resolution vor:

„Es werde eine Kommission eingesetzt zur Unter-
„suchung des Einflusses unrichtig zusammengesetzter Mörtel
„auf die Wetterbeständigkeit des Mauerwerkes."

H. Dr. Eug. **Dyckerhoff** beantragt, das Wort „unrichtig" aus der Resolution auszulassen. Die Zersetzung geschieht auch durch die Mauerfugen. Er beantragt, daß die Resolution dahin geändert wird, daß man sagt:

„ . . . zur Untersuchung der Zerstörung der Steine und
„der Mauerfugen."

H. Dr. **Müller** (Rüdersdorf) schlägt vor, auch Mauersteine in die Untersuchung miteinzubegreifen.

H. Dr. **Tannhäuser** (Berlin) hält die Behauptungen des H. Prof. v. d. Kloes bezüglich künstlicher Steine möglicherweise für richtig, nicht aber bezüglich natürlicher Steine.

Nach kurzen Bemerkungen von den Herren Nagy (Budapest), Eugen Dyckerhoff und v. d. Kloes wurde folgende Resolution von dem Vorsitzenden verlesen:

„Es werde eine Kommission eingesetzt zur
„Untersuchung des Einflusses der Mörtelzusammen-
„setzung und der Qualität der Bausteine auf die
„Wetterbeständigkeit des Mauerwerkes"

und von der Versammlung angenommen.

H. Dr. Ing. **v. Bresztovszky** (Budapest) resümiert seinen Bericht „Beitrag zu den Untersuchungsmethoden der elastischen Längsänderungen des Betons" (XIII[3]):

Er habe eine Reihe von Druckversuchen mit Wiederholungen an Betonprismen von 15 × 15 × 60 cm (Meßlänge

Digitized by Google

43 cm) mit 30—100 Wiederholungen — je eine Belastung, oder Entlastung in 1 Minute — ausgeführt, die Formänderungen graphisch dargestellt, wobei die Abszissen dem durch je eine Belastung herbeigeführten Zuwachs der Formänderung, die Ordinaten der Anzahl der Wiederholung entsprachen. Diese Wiederholungskurven sind konkav zur Achse der Wiederholungen. Sie würden parallel werden, wenn die Formänderungen einen Grenzwert erreichen. Um einen Grenzwert experimentell feststellen zu können, müßte die Anzahl der Wiederholungen weit über die angeführte hinausgehen.

Um die totalen bleibenden und elastischen Längeänderungen bei Druckversuchen ohne Wiederholungen zu finden, wurden die Versuche nach der vom Prof. Rejtő angegebenen Art durchgeführt. Unter steter Zurückführung auf die Anfangsbelastung P_0 wird die Kraft gleichmäßig um eine Tonne pro Minute und ohne Stoß bis auf P_1, dann von P_0 bis P_2 und so bis zum Bruche gesteigert und die Formänderung bei jeder Tonne Kraftvermehrung, also auch für alle Werte zwischen P_0 und P_i abgelesen. Er empfiehlt für den Dehnungskoeffizienten jene Größe anzunehmen, welche solche Versuche ohne Wiederholungen ergeben und stellt aus den Arbeitsdiagrammen folgende Gesetzmäßigkeiten auf:

1. Das Gesetz der elastischen Verkürzungen wird durch das Hookesche Gesetz ausgedrückt. Bei den weniger harten Betonsorten hängt der Dehnungskoeffizient, welcher unter einer Proportionalitätsgrenze konstant ist, von der Größe derjenigen Kraft ab, welche diese Proportionalitätsgrenze herbeiführte. Bei hartem Beton hingegen ist der Dehnungskoeffizient fast bis zum Bruche konstant.

2. Das Gesetz der bleibenden Verkürzungen wird in beiden Fällen durch zur Belastungsachse konvexe Kurven dargestellt, die bis zu einem gewissen Maximum wachsen.

Der **Vorsitzende** dankt dem Redner für seine Mitteilungen, ebenso H. Prof. Kirsch (Wien) für den vorgelegten Bericht:

„Über das Anbinden der Mörtel nach verschiedenen Arbeitspausen“ ($XIII_1$)

und H. Dr. Renczeder (Wien) für seinen Bericht

„Über Traß, Traßzement und Zementkalkmörtel“ ($XIII_2$).

Digitized by Google

Hierauf bringt der **Vorsitzende** die Frage

„Fortschritte in den Methoden der Zementprüfung"

zur Diskussion u. zw. sollen zunächst die Berichte der Herren Feret (X_1), Prof. Schüle (X_2) und Prof. Dr. Zielinski (X_{12}) gemeinsam behandelt werden.

H **Feret** (Boulogne sur Mer) gibt eine kritische Übersicht seines Berichtes über den gegenwärtigen Stand der Prüfungsverfahren der hydraulischen Bindeminttel und über die Stellung, die der Verband zu ihnen eingenommen hat.

Für chemische Untersuchungen hält er die Aufstellung eines einheitlichen Verfahrens für erwünscht, das wenigstens in strittigen Fällen anzuwenden wäre.

Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes und der scheinbaren Dichte (Raumgewicht) können heute in einer ziemlich bestimmten Weise durchgeführt werden; aber der praktische Wert der Aufschlüsse, die sie liefern, ist noch umstritten.

Das Sieben gibt eine sehr unverläßliche Angabe über die Feinheit der Mahlung und sollte durch einfachere und bestimmtere Sichtungsverfahren ersetzt werden als jene sind, die bis heute vorgeschlagen wurden.

Die Raumbeständigkeit wird heute nach einer Menge widersprechender Verfahren geprüft; das praktischeste und wirksamste scheint jenes nach Le Chatelier mit Nadelring.

Es wäre erwünscht, daß ein rasches Prüfungsverfahren über die Zersetzbarkeit verschiedener Bindemittel durch Meerwasser angenommen werden würde.

Für die Prüfung der Abbindedauer scheint das kalorimetrische Verfahren nicht das zu halten, was es versprochen hatte.

Die Festigkeitsproben sind noch sehr verbesserungsfähig und man ist noch weit entfernt von der Aufstellung eines Normalverfahrens; eine besondere Kommission arbeitet daran und beschäftigt sich speziell mit der Frage des Normalsandes und der plastischen Mörtel.

Von einer Beschleunigung des Prüfungsverfahrens durch heißes Wasser ist nichts zu erhoffen.

Die Prüfung der Haftfähigkeit ist von großer praktischer Bedeutung, aber es ist noch kein Verfahren offiziell angenommen. Der Berichterstatter selbst hatte auf dem letzten Kongreß gebeten, daß mehrere Versuchsanstalten die von ihm vorgeschlagenen Ver-

Digitized by Google

fahren überprüfen. Man darf übrigens die eigentliche Haftfähigkeit nicht mit dem Gleitwiderstand der Armatur im armierten Beton verwechseln, ein Widerstand, der das Resultat verschiedener Kräfte ist, die einzeln schwer zu bewerten sind.

Die einheitliche Puzzolanprüfung bietet große Schwierigkeiten, die noch nicht überwunden werden konnten. Der Berichterstatter ist der Ansicht, daß die Lösung in einem chemischen Verfahren gesucht werden sollte.

Der Berichterstatter stellt schließlich fest, daß abgesehen von den älteren Prüfungsverfahren, die von der Kommission 22 ohne wesentliche Änderungen übernommen worden sind, der internationale Verband noch keine einzige der von seinen Ausschüssen bearbeiteten Versuchsmetoden angenommen hat und daß diese Kommissionen selbst noch nicht bestimmte Vorschläge zu Gunsten der einen oder der anderen der neuen Methoden erstatten zu können glaubten.

Fürs erste scheint ein solcher Stillstand bedauerlich. Es ist aber begreiflich, daß dem Verbande — hinsichtlich der Wahl von Versuchsmethoden, für die er mit dem Gewichte seiner Autorität eintreten soll — eine außerordentliche Vorsicht geboten ist und daß dieser nur solche Prüfungsverfahren offiziell unterstützen darf, welche vorher von einer genügend großen Zahl von Forschern überprüft und für gut befunden worden sind.

Die Aufgabe der Kommission des Verbandes besteht demnach insbesondere darin, bessere Prüfungsmethoden, wie es die gegenwärtigen sind, auszuarbeiten, sie durch Parallelversuche in verschiedenen Prüfungsanstalten auf ihre Richtigkeit hin prüfen zu lassen und sie dann je nach Bedarf wieder zu vervollkommnen. Einmal so weit, werden sich dann diese Prüfungsmethoden in die Technikerwelt von selbst Eingang verschaffen und der Verband wird ihnen bloß den Nachdruck seiner offiziellen Zustimmung zu geben haben.

H. Prof. **Schüle** legt den Bericht über

„Plastische Mörtel" (X_2)

vor. Der Kommissionsbericht stellt fest, was bis zum Jänner 1909 gemacht worden ist. Seither sind die Versuche in verschiedenen Laboratorien weitergeführt worden. Sie können für die Festigkeitsbestimmung von normalem Mörtel in plastischer Konsistenz mittels

Digitized by Google

Prismen von 4 × 4 × 16 cm als sehr günstig bezeichnet werden. Die schwierige Frage der Bestimmung des Anmachwassers ist für Portlandzement durch Herrn Frey in Luterbach gelöst worden, welcher vorschlägt, für jede Probe dieselbe Gewichtsmenge Zement, Sand und Wasser zu nehmen und zwar für denselben Sand nach bestimmten Verhältnissen. Ein bestimmtes Gewicht des angemachten Mörtels soll immer das gleiche Volumen haben. Die Probekörper werden daher eine nahezu gleiche Dichtigkeit haben, was für die Vergleichung der Resultate von Wichtigkeit ist. Die in der Sektion verteilte Tabelle faßt die durch Herrn Bienfait in Amsterdam mit 5 Zementen, ferner die in Karlshorst von Dr. Framm mit 10 Zementen und in Zürich mit 12 Portlandzementen gewonnenen Resultate zusammen, die nicht nur nach der Prismenmethode, sondern auch nach dem gewöhnlichen Verfahren mittels eingestampfter, erdfeucht angemachter Mörtel erzielt wurden. Vergleicht man die Resultate der Biegeversuche mit Prismen und der Zugversuche in der 8er Form, sowie diejenigen mit zerdrückten Prismen und Würfeln von 7 cm Seitenlänge, so findet man, daß die Prismenversuche eine andere Klassifikation der Zemente ergeben als die Versuche mit eingestampftem Mörtel. Da sich aber die plastischen Mörtel mehr den in der Praxis gebrauchten Zementen nähern, so hat die durch sie gegebene Klassifikation mehr Bedeutung als jene, welche durch gestampften Mörtel erhalten wird, das heißt, bei welcher die natürlichen Zwischenräume künstlich verkleinert worden sind. Man kann ferner feststellen, daß die Festigkeitszunahme von 7 auf 28 Tage bei Prismen größer ist als bei dem alten Verfahren. Die Kohäsionskraft des Bindemittels äußert sich deutlicher bei Versuchen mit plastischen Mörteln. Auch sieht man, daß die Frage der Dichtigkeit bei den Prismen gelöst ist, während bei Verwendung des Böhme'schen Hammers Unterschiede von 0,05—0,10 (2—4%) in der Dichte von Zug- und Druckprobekörpern desselben Zementes auftreten. Es ist interessant festzustellen, daß die Untersuchungen der ungarischen Kollegen auf anderem Wege dazu gelangen, die Herstellung von Probekörpern zu empfehlen, bei welchen das genaue Gewicht für ein bestimmtes Volumen im vorhinein berechnet wird.

Es handelt sich nicht darum, sofort die üblichen normalen Verfahren in den verschiedenen Ländern zu ersetzen, sondern darum, zu einem genau umschriebenen Prüfungsverfahren für Binde-

Digitized by Google

mittel mittels plastischen Mörtels zu gelangen. Das vorgeschlagene Verfahren mittels Prismen ist noch verbesserungsfähig und Herr Feret hat interessante Untersuchungen in dieser Richtung angestellt. Nichtsdestoweniger kann man sagen, daß die Arbeiten der Kommissionen auf gutem Wege sind, zu einem einheitlichen Verfahren zu gelangen, das wertvoll ist für den Vergleich der Festigkeiten der Bindemittel der verschiedenen Länder, was bei den üblichen Methoden nicht möglich ist und man dürfe hoffen, daß bis zum nächsten Kongress der Verband dieser Methode seine Sanktion wird erteilen und sie in die vom Kongress empfohlenen Verfahren werde einreihen können.

H. Prof. Dr. **Zielinski** (Budapest) resumiert ausführlich seinen vorgelegten Bericht über die:

„Entwicklung der Erhärtung der Romanzemente und Portlandzemente im Brei, im Mörtel und im Beton" (X_{12}).

Der Zweck der umfangreichen, viele tausend Proben umfassenden Untersuchungen des ungarischen Verbandes war der, passende Normenproben für solche Zemente festzulegen, die ihrer Natur nach vom Portlandzement abweichen, z. B. für Romanzemente, die nicht so hart gebrannt sind und einen andern Kalkgehalt haben als diese. Der Redner weist an der Hand des Berichtes nach, welch bedeutenden Einfluß der Wasserzusatz auf die Festigkeit der Probekörper, auf reinen Zement, auf Mörtel und auf Beton hat und stellt für die richtige Herstellung der Probekörper ein neues Kontrollverfahren auf, in welchem das spezifische Gewicht der Mischung aus den spezifischen Gewichten der einzelnen Bestandteile bei gegebenem Mischungsverhältnis nach Gewicht im vorhinein berechnet wird und wobei das so berechnete Gewicht des Probekörpers durch entsprechenden Wasserzusatz und durch entsprechendes Stampfen auch wirklich erzielt werden soll. Der Redner demonstriert seine Aufklärungen an zahlreichen Tabellen.

H. Prof. **Gary** glaubt, daß die Ausführungen des Herrn Prof. Zielinski die chemische Individualität der Zemente nicht genügend berücksichtigen und begrüßt den Antrag, daß eine Kommission sich mit dieser Frage näher beschäftigen soll.

Bezüglich der Frage der plastischen Mörtel verkenne Redner nicht die großen Vorteile, die durch dieses Verfahren erreicht werden sollen. Dem steht aber die schwierige, genaue Ausführung

Digitized by Google

der Probekörper gegenüber und er möchte dieses Verfahren besonders nicht an der Baustelle ausgeführt sehen. Er meint, es sei nicht an der Zeit, jetzt schon an die Frage der Vereinheitlichung der Prüfungsmethoden zu gehen, bevor die Frage des Normalsandes erledigt ist und er möchte beantragen, daß die Kommission 42 untersuche, ob der Freienwalde-Sand sich für einen internationalen Normalsand eigne. Die stets gleichmäßige Herstellung von Normalsand ist in Freienwalde gewährleistet und durch Veränderung der Maschengröße im Sinne des Ersatzes des 120 Maschensiebes durch das 144 Maschensieb wäre man unbedingt imstande, dem internationalen Verbrauch zu genügen; die Unterschiede des Sandes würden keinen merkbaren Einfluß auf die Festigkeitszahlen der Probekörper erweisen und er glaubt, durch Einführung des Freienwalder Normalsandes würde die Vereinheitlichungsfrage der Prüfungsmethoden einen großen Schritt vorwärts kommen.

H. Prof. **v. Nagy** (Budapest) empfiehlt, Probekörper aus plastischem Mörtel mit 40 bis 60% Wassergehalt anzumachen. Um richtige Resultate zu bekommen, ist es notwendig, daß die Luft aus den Probekörpern ausgetrieben wird, damit dieselben das aus den einzelnen Bestandteilen berechnete Gewicht erhalten; man müsse daher den Mörtel schütteln, bis keine Luftblasen herauskommen. Er empfiehlt auch, daß man reinen Zement untersucht, da eine Beimischung von fremden Körpern leicht falsche Resultate ergeben könne.

H. Prof. **Schüle** hält es für zwecklos, einen internationalen Normalsand zu empfehlen. Diese Frage steht in engem Zusammenhange mit der Frage der Vereinheitlichung der Prüfungsmethoden und eine frühere Kommission hat die Frage wegen eines internationalen Normalsandes aufgeschoben, bis die Prüfungsmethoden vereinheitlicht werden konnten.

Exz. **Belelubsky** (St. Petersburg) empfiehlt den Freienwalder Normalsand für vergleichende Versuche, aber nicht für allgemeinen internationalen Gebrauch. Er macht darauf aufmerksam, daß am Kongreß in Budapest im Jahre 1901 wie auch an verschiedenen anderen Kongressen ein zusammengesetzter Sand (im Gegensatze zu einkörnigem Sande) empfohlen wurde.

H. **Humphrey** (Philadelphia) betont die Bedeutung der Frage nach einem internationalen Normalsande. In Amerika habe man

Digitized by Google

sich in den letzten sieben Jahren mit dieser Frage beschäftigt. Man benützt beinahe ausschließlich Mörtelproben und ein einheitlicher Sand sei deshalb sehr notwendig. Man habe dort eine Kommission von Ingenieuren ernannt, welche empfohlen habe, geschroteten Quarzsand aus Ottawa (Illinois, crashed glass sand) zu benützen. Er empfiehlt, daß eine Kommission ernannt werde, um die Normalsande aus den verschiedenen Ländern zu untersuchen, sie miteinander zu vergleichen und womöglich einen allgemeinen internationalen Normalsand zu empfehlen.

H. Dr. **Rud. Dyckerhoff**: Nach den Untersuchungen des deutschen Verbandes ist dieser zu dem Ergebnis gekommen, daß man mit reinem plastischem Zement nicht genau auf die Bindezeit schließen kann.

H. Prof. **Gary** schließt sich den letzten Ausführungen des Herrn Humphrey an und verweist auf die schon von ihm durchgeführten Vergleiche verschiedener Sande (Mitteilungen aus den kgl. technischen Versuchsanstalten 1898, S. 121).

H. **Prüssing** weist darauf hin, daß die Probetafel, die H. Prof. Schüle vorgelegt hat, Unterschiede bezüglich des Sandes erscheinen läßt, da die Proben von Zürich und Karlshorst verschiedene Raumgewichte haben, die nur durch den Sand erklärlich sind. Bei der Normenprobe ist das Raumgewicht für Zürich durchschnittlich 2·41 und für Karlshorst 2·33, bei der Prismenprobe ist das Raumgewicht für Zürich durchschnittlich 2·21 und für Karlshorst 2·25. Zürich hat also das höchste Raumgewicht bei der Normenprobe und das niedrigste bei der Prismenprobe. Er meint, daß dieser Unterschied nur vom Sande herrühren kann und es ist daher nötig, die Frage des Normalsandes zu lösen.

Über Antrag des **Präsidenten** wird die weitere Behandlung der Frage über Normalsand auf Freitag vertagt und die Berichte

„Über die beschleunigte Prüfung hydraulischer Bindemittel auf ihre Bindekraft" (X_4)

zur Diskussion gebracht.

H. Dr. techn. **Berger** (Wien) legt den Bericht der Kommission 9 über diese Frage vor, welchem Bericht auch ein Beitrag über das gleiche Thema von A. Greil (Wien) und die Warmwasserschnell-

Digitized by Google

proben des Zements von L. Deval (Paris) beiliegen. Der Berichterstatter beantragt folgende Resolution:

„Die zahlreichen angeführten Versuchsergebnisse „sind so widerspruchsvoll, daß die Warmwasser-„probe zu unverläßlich erscheint, um für Schnell-„proben zur Konstatierung der Festigkeit der hydrau-„lischen Bindemittel dienen zu können."

„Der Kongreß erkennt daher derzeit den Antrag „für gerechtfertigt, die Frage nach der Benützbarkeit „der Warmwasserprobe zur beschleunigten Festig-„keitsprüfung von hydraulischen Bindemitteln nicht „weiter zu verfolgen."

„Dagegen haben die Versuche des Herrn Deval „aufs neue ergeben, wie wertvoll diese Probe werden „kann, um über die Neigung der Zemente zu Blähungen „und Rissebildungen aufzuklären."

Der Berichterstatter beantragt ferner, daß, wenn auch die Warmwasserprobe für die rasche Bestimmung der Bindekraft nicht weiter verfolgt werde, so sei doch die Kommission für das Studium eines beschleunigten Prüfungsverfahrens zu belassen. Es soll den einzelnen Mitgliedern anheimgestellt werden, diese wichtige Angelegenheit weiter zu studieren, wobei vielleicht durch Aufhellung der chemischen Vorgänge Anhaltspunkte zur raschen Beurteilung gewonnen werden können. Allfällig erzielte Erfahrungsresultate mögen dann dem Obmanne mitgeteilt werden.

Diese Anträge werden angenommen.

Der Präsident schließt die Verhandlungen um 2 Uhr 10 Minuten und legt das Programm für den nächsten Tag vor.

---

3. Sitzungstag, Freitag, den 10. September 1909.

Der Vorsitzende H. Kapitän **Grut** eröffnet die Sitzung um 9 Uhr 30 Minuten und stellt die Frage

Die Wetterbeständigkeit der Bausteine (XII)

zur Diskussion.

H. Prof. **Hanisch** (Wien) legt den Bericht der Kommission 7 vor. Die Kommission habe seinerzeit beschlossen, das Werk des

Digitized by Google

H. Geheimrates Hirschwald, das seither erschienen ist, sowie auch die vom deutschen Verband für Materialprüfungen veranlaßte Ausschußarbeit über die Wetterbeständigkeit der Bausteine zur Grundlage ihrer Arbeiten zu machen. Die Kommission wäre daher imstande, ihre Arbeit jetzt aufzunehmen, in welcher sie auch die Anregungen verwerten will, die in den vorgelegten, dem Kommissionsbericht angeschlossenen Arbeiten: Schemata zur Prüfung natürlicher Bausteine auf ihre Wetterbeständigkeit von Geheimrat Prof. Dr. J. Hirschwald (Berlin), ferner „Zur Theorie der Frostwirkung" auf natürliche Steine von Prof. Dr. H. Seipp (Kattowitz) und „Über Frostbeständigkeit" von E. Leduc (Paris) enthalten sind. Redner beantragt, die Sektion möge der weiteren Arbeit der Kommission zustimmen.

Der Antrag des H. Prof. Hanisch wird angenommen und der Dank an alle Berichterstatter ausgesprochen.

Hierauf ladet der Präsident den Geheimrat Prof. Dr. **Hirschwald** (Berlin) ein, seinen angekündigten Vortrag zu halten.

H. Prof. **Hirschwald** hält einen durch zahlreiche Lichtbilder unterstützten und mit lebhaftem Beifall aufgenommenen Vortrag, dessen wichtigste Punkte im folgenden wiedergegeben sind.

Die Prüfung der natürlichen Bausteine auf ihre Wetterbeständigkeit

Bereits auf der in München vor 25 Jahren abgehaltenen ersten Konferenz zur Erzielung einheitlicher Untersuchungsmethoden für Bau- und Konstruktionsmaterialien wurde die Prüfung der natürlichen Bausteine in das damals entworfene Arbeitsprogramm aufgenommen. Während aber die übrigen auf jener Konferenz gestellten Aufgaben, wie namentlich die Untersuchung der Metalle und Zemente, trotz mancher noch zu lösender Fragen, schon seit lange zur Festsetzung allgemeiner Prüfungsnormen geführt haben, war man hinsichtlich der Untersuchung der Bausteine, insbesondere betreffs ihrer Wetterbeständigkeit, zu praktischen Ergebnissen bisher nicht gelangt. Es erklärt sich das zur Genüge aus der Schwierigkeit, welche den Versuchen zur Lösung der betreffenden Aufgabe entgegenstanden. Handelte es sich doch nicht nur darum, wie in den meisten sonstigen Prüfungszweigen, die für die technische Verwendung des Materials in Betracht kommenden Eigenschaften festzustellen, sondern es soll die Untersuchung überdies darauf gerichtet sein, zu

Digitized by Google

bestimmen, welche Veränderungen diese Eigenschaften im Verlauf langer Zeiträume, unter dem Einfluß der Atmosphärilien, des Frostes und bei weiterer Ausdehnung der Aufgabe auch des bewegten Wassers, voraussichtlich erleiden werden.

Für die Lösung dieses eigenartigen Problems fehlte es aber bisher an jeder wissenschaftlichen Grundlage. Es war deshalb zunächst erforderlich, den Verlauf des Verwitterungsprozesses an solchen Gesteinsmaterialien zu studieren, welche in sicher bestimmbaren längeren Zeiträumen den Wirkungen der Atmosphärilien ausgesetzt waren. Als die einzig und allein hierfür zweckdienlichen Beobachtungsobjekte sind aber die aus natürlichem Gestein errichteten Bauwerke selbst zu bezeichnen. Hier vermag man die Zeitdauer des Prozesses nach dem Alter des Bauwerks mit Sicherheit zu bestimmen; man findet vielfach Bauwerke aus demselben Material im Alter von wenigen Jahrzehnten bis zu mehreren Jahrhunderten, so daß das Fortschreiten des Verwitterungsprozesses in seinen einzelnen Stadien erkannt werden kann; die Entnahme von Proben aus größerer Tiefe der alten Werkstücke ermöglicht die Feststellung der ursprünglichen Eigenschaften des Gesteins, und wenn man bei der Auswahl solche Bauwerke berücksichtigt, welche in freier Lage und in größeren Städten sich befinden, und ferner Eisenbahnunterführungen, Brücken- und Hafenbauten mit in Betracht zieht, so erhält man zugleich einen Anhalt für die Beurteilung der verschiedenen Wirkungsweise, welche die reine Landluft, die Rauchgase der größeren Städte, die Erdfeuchtigkeit, das Fluß- und Meerwasser auf das gleiche Gesteinsmaterial auszuüben vermag.

In Anerkennung der Zweckmäßigkeit derartiger Vorversuche wurde auf Veranlassung der von dem preußischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten eingesetzten Kommission zur Aufstellung eines Prüfungsverfahrens für Bausteine, durch Vermittlung der Bauinspektionen, Strombauverwaltungen und Eisenbahndirektionen, Proben von 1056 älteren Bauwerken aus den am besten erhaltenen und den am meisten verwitterten Teilen entnommen und dazugehöriges frisches Bruchgestein gesammelt, soweit die Herkunft des Baugesteins mit Sicherheit bestimmt werden konnte.

Dieses umfangreiche Material wurde nunmehr auf alle jene Eigenschaften untersucht, von denen sich nach den bisherigen Erfahrungen annehmen ließ, daß sie von Einfluß auf den Beständigkeitsgrad der betreffenden Gesteine sein könnten.

Digitized by Google

Allgemeine Untersuchungsergebnisse.

Die notwendige Vorbedingung zur Begründung eines zweckentsprechenden Prüfungsverfahrens der Baugesteine bildet naturgemäß die sichere Erkennung der Ursachen ihrer Verwitterbarkeit. Im allgemeinen war vorauszusetzen, daß die Wetterfestigkeit der Gesteine abhängen müsse, einmal von der Beständigkeit ihrer körnigen Bestandteile und andrerseits von der Widerstandsfähigkeit ihrer Kornbindung, bezw. des dieselbe bewirkenden Zements gegenüber den Einwirkungen der atmosphärischen Agentien.

Die hierbei in Frage kommenden Prozesse zerfallen aber in zwei Kategorien:

1. Chemische Verwitterung, bewirkt durch den Gehalt der Luft an Kohlensäure, Sauerstoff, Wasser und den Bestandteilen der Rauchgase;

2. Mechanische Verwitterung, die in zwei Unterabteilungen zerfällt:

a) Verwitterung durch Wassererweichung und Ausschlämmung der erweichten Bestandteile aus der Gesteinsoberfläche;

b) Verwitterung durch Frostwirkung, wie andrerseits durch die infolge der wechselnden Sonnenbestrahlung hervorgerufene periodische Ausdehnung der Gesteinsoberfläche.

Für die Betrachtung des Verwitterungsprozesses haben wir zwischen den beiden großen Klassen der Gesteine zu unterscheiden, die man nach ihrer Entstehung als primäre und sekundäre Felsarten bezeichnet.

1. Primäre Gesteine (Granit, Syenit, Diorit, Porphyr, Trachyt, Basalt etc.).

Die wesentlichen Gemengteile derselben sind bekanntlich Quarz und kieselsaure Verbindungen, die sog. Silikate, wie Feldspat, Glimmer, Hornblende, Augit etc. Der Quarz ist gegenüber den Atmosphärilien als absolut unzerstörbar zu bezeichnen; aber auch die gesteinsbildenden Silikate erweisen sich so widerstandsfähig, daß selbst kleinere Geschiebe davon, wie sie im oberen Diluvalsand vorkommen, sich vielfach noch nahezu frisch erhalten haben.

Was aber die jahrhundertelange Einwirkung der Atmosphärilien nicht vermag, das bewirken die in der Erdrinde vorhandenen Agentien im Laufe geologischer Perioden und so

Digitized by Google

finden wir denn, daß die zu Tage tretenden primären Gesteine vielfach nicht mehr vollkommen frisch sind, daß namentlich der Feldspat in ihnen bereits eine mehr oder weniger starke Zersetzung erlitten hat und ist dieser Prozeß erst einmal eingeleitet, dann schreitet er, wie die Erfahrung lehrt, auch im Baugestein verhältnismäßig schnell fort und führt oft schon in wenigen Jahrzehnten zu einer namhaften Verwitterung der Gesteinsoberfläche.

Hiernach ergibt sich folgender Satz:

Die wesentlichen Gemengteile der primären Gesteine sind innerhalb der für Bauwerke in Betracht kommenden Zeiträume, als durchaus wetterfest zu erachten, falls sie nicht schon in der Erdrinde eine namhafte Umwandlung erlitten haben.

Dieser Erfahrungssatz ist von großer Bedeutung für die Lösung der vorliegenden Aufgabe, denn es wird dadurch eine überraschend einfache Prüfungsmethode für die Gesteine dieser Klasse ermöglicht, indem es im wesentlichen darauf ankommt, die frische Beschaffenheit der Gesteinsbestandteile bezw. den Verwitterungsgrad derselben zu bestimmen. Hierfür gibt es aber eine allseitig befriedigende und leicht ausführbare Methode, das ist die mikroskopische Untersuchung des Gesteins in Dünnschliffen unter Anwendung des polarisierten Lichtes.

Was ferner die durch den Kristallisationsprozeß bedingte Festigkeit des Gefüges oder die Kornbindung der primären Felsarten betrifft, so ist diesselbe durchweg eine so vollkommene, daß beim Zerschlagen eines frischen Gesteins die Schlagfläche stets durch die körnigen Bestandteile hindurchgeht, ohne daß dieselben hierbei aus ihrem Zusammenhang gerissen werden. Die kristallinische Bindungsfestigkeit ist daher größer oder mindestens gleich der Kohärenz der körnigen Bestandteile selbst und sie wird erst mit der Verwitterung der letzteren aufgehoben.

Somit läßt sich folgendes allgemeine Prüfungsschema für die primären Gesteine aufstellen:

1. Mikroskopische Untersuchung, behufs Feststellung der frischen Beschaffenheit der Bestandteile bezw. ihres Zersetzungsgrades.

2. Bestimmung der Kornbindungsfestigkeit, Wassererweichung und Frostbeständigkeit bei solchen Gesteinen, deren Bestandteile nicht mehr vollkommen frisch sind.

Digitized by Google

3. Quantitative Bestimmung eines etwaigen Eisenkiesgehalts; Untersuchung etwa vorhandener glasiger Bestandteile auf deren Basizität und Eisengehalt.

2. Sekundäre Gesteine (Sandstein, Grauwacke, Kalkstein, Dachschiefer, Tuffe etc.).

Für diese Gesteine ist die Wetterbeständigkeitsprüfung von besonderer Bedeutung, weil wir in dieser Klasse Vertreter der allerverschiedensten Qualitätsgrade antreffen. Was zunächst die chemische Wirkung der Atmosphärilien auf die Gemengteile der sekundären Gesteine betrifft, so läßt sich die Beständigkeit der körnigen Bestandteile und der Bindemittel gemeinsam erörtern, denn beide Substanzen sind in gleicher Weise aus der Verwitterung der primären Gesteine hervorgegangen und haben deshalb auch im wesentlichen eine gleichartige Zusammensetzung. War diese Verwitterung eine vollkommene, so verbleiben als nicht weiter durch die Atmosphärilien zersetzbare Restprodukte: Quarz, amorphe Kieselsäure, tonige und serpentinartige Substanzen, Calcium-, Magnesium- und Eisencarbonat, Eisenoxyd und -hydroxyd, neben dem äußerst schwer zersetzbaren Glimmer. Nur Produkte der unvollkommenen Verwitterung, wie Körnchen von halbzersetztem Feldspat und anderen Silikaten, sowie etwaige Neubildungen, namentlich zeolithische Substanzen, basische Eisensilikate und Eisenkies unterliegen der weiteren chemischen Veränderung. Auf die Zersetzung solcher Bestandteile und die Einwirkung des Eisenkieses sowie der Rauchgase auf Carbonate beschränkt sich daher im wesentlichen die chemische Verwitterung der sedimentären Gesteine. Die mikroskopische Untersuchung läßt auch solche Beimengungen sicher erkennen.

Den Kardinalpunkt der Wetterbeständigkeitsprüfung dieser Gesteinsklasse bildet aber das Verhalten derselben gegenüber der mechanischen Verwitterungsagentien, namentlich der Wassererweichung und Frostwirkung. In Betracht kommen hierbei vorzugsweise die Bindemittelsubstanzen. Dieselben bestehen insbesondere aus Ton, Mergel, Kalk, Eisenoxyd und -hydroxyd und in gewissen Fällen aus noch nicht völlig zersetztem klastischem Gesteinsmehl.

Allen diesen pulverförmigen Substanzen kommt jedoch an und für sich eine größere Bindekraft nicht zu. Mit Wasser angerührt, bilden sie eine schlammartige Masse, die beim Eintrocknen zwar

Digitized by Google

bis zu einem gewissen Grad erhärtet; aber da der Zusammenhang der pulverförmigen Partikel lediglich durch die Adhäsion bewirkt wird, so bedarf es nur einer erneuten Wassereinwirkung, um solche Substanzen wiederum zu erweichen, und wo sie im Gestein vorkommen, auszuschlämmen.

Einen festeren Zusammenhang und damit auch eine vollkommenere zementierende Eigenschaft erlangen diese sogenannten pelitomorphen Bindemittel erst infolge von Durchwachsung mit solchen Mineralsubstanzen, welche sich innerhalb des Gesteins aus Lösungen ausgeschieden, oder sich sonst durch chemische Umwandlungen darin gebildet haben und als solche authigene Produkte treten namentlich auf: Kieselsäure, als Quarz und Opal, kohlensaurer Kalk in kristallinischer Form, und in einzelnen Fällen: Glaukonit, Eisensilikat und zeolithische Substanzen. Wo diese Infiltrationsprodukte im Bindemittel fehlen, da sind die sedimentären Gesteine stets mürbe und im Wasser vollkommen erweichbar, während dieselben um so fester und widerstandsfähiger gegen die Wirkung der Atmosphärilien werden, je reichlicher der Gehalt an zementierenden, authigenen Substanzen ist. Auch für die Feststellung dieser Verhältnisse besitzen wir in der mikroskopischen Untersuchung eine allseitig befriedigende Methode.

Hiernach läßt sich für die Qualitätsbestimmung der sedimentären Gesteine das nachstehende allgemeine Prüfungsschema festsetzen:

1. Mikroskopische Untersuchung behufs Bestimmung folgender Verhältnisse:

a) Mineralogische Beschaffenheit der körnigen Gemengteile, wie der Dichtigkeit ihrer Lagerung;

b) Art der Kornbindung und Bindungsmaß;

c) Zusammensetzung und Struktur der Bindemittelsubstanz;

d) Schichtungstypus und Porenausbildung.

2. Bestimmung der Kornbindungsfestigkeit und der Wassererweichung.

3. Prüfung auf Frostbeständigkeit durch Bestimmung des Sättigungskoeffizienten, bezw. durch experimentelle Frostversuche.

4. Chemische Analyse zum Nachweis einzelner, mineralogisch nicht sicher bestimmbarer Bestandteile.

Da für die Ausführung des dargelegten Prüfungsverfahrens vor allem die mikroskopische Untersuchung von Bedeutung

Digitized by Google

erscheint, so wurde von dem Vortragenden die mannigfache Verwertbarkeit dieser Methode für die technische Gesteinsprüfung an einer größeren Anzahl von Gesteins-Dünnschliffen mittels des Projektionsapparates demonstriert, wobei zugleich diejenigen Strukturverhältnisse erläutert wurden, welche für die Bestimmung des Beständigkeitsgrades der einzelnen Gesteinstypen maßgebend erscheinen.

H. **Segré** (Rom) überreicht die vom „Istituto sperimentale" der italienischen Staatsbahnen angenommenen Vorschriften für die Untersuchung von Steinen auf Frostbeständigkeit, die bei dem großen Steinverbrauch der italienischen Bahnbauten eine große Rolle spielt. Er überreicht ferner dem Präsidium eine Studie aus dem genannten Institut: „Sur la détermination de la dureté et de la tenacité d'une roche compacte," in bezug auf die Felsbohrung bei Tunnelarbeiten. Er berichtet kurz über die Frostbeständigkeitsproben im Institut. Die Probe wird zunächst getrocknet, hierauf die Luft ausgepumpt und Wasser unter 3 bis 4 Atmosphären eingepreßt. Hierauf wird die Probe in Kästen mittels Kochsalzlösung unter -15^0 während 3 Stunden ausgesetzt, dann in der Zimmerluft während 5 Minuten belassen und hierauf einem Bad von 50^0 ausgesetzt. In 24 Stunden könne man 3 Versuche machen. Die Mauerwerksteine müssen wenigstens einen 40maligen Temperaturwechsel von -15 auf $+35^0$ aushalten.

H. Prof. **v. d. Kloes** weist auf den großen Einfluß der Mörtelzusammensetzung auf die Wetterbeständigkeit der Bausteine hin, insbesondere auf das Beispiel des Kölner Doms, wo der verwendete Mörtel die Verwitterung der Bausteine beschleunige.

H. Prof. **Hirschwald** gesteht zu, daß der Mörtel eine teilweise Ursache der Verwitterung der Steine sein könne und begrüßt daher den von der Sektion bereits am Vortage gefaßten Beschluß auf Ernennung einer Kommission zum Studium dieser Frage.

H. **Vogt** (Christiania) betont die Wichtigkeit der von Geheimrat Hirschwald vorgeführten mikroskopischen Gesteinsuntersuchungen. Es handelt sich da um eine hoch entwickelte Technik, die während vieler Jahrzehnte ausgearbeitet wurde. Es werde notwendig sein, daß die mechanisch-technischen Prüfungsanstalten in ihren Laboratorien für die Steinuntersuchungen Spezialisten in petrographischen Arbeitsmethoden anstellen. Die Anwendung dieses Verfahrens für technische Gesteinsuntersuchungen stehe noch am Anfang.

Digitized by Google

Der **Präsident** bringt die am Vortage unterbrochene Diskussion über die Berichte über plastischen Mörtel und über die Erhärtung der Roman- und Portlandzemente auf die Tagesordnung und schlägt folgende Resolution vor:

„Der Kongreß dankt der Kommission 42 für die „gegebenen Mitteilungen und fordert sie auf, auf dem „eingeschlagenen Weg weiter zu arbeiten, unter Berück„sichtigung der Resultate der ungarischen Kommission, „welcher der Kongreß seinen wärmsten Dank ausdrückt. „Der Kongreß hofft, daß die Kommission bis zum näch„sten Kongreß eine definitive Methode für die Anwendung „plastischer Mörtel im Prüfungswesen vorlegen kann."

Diese Resolution wird angenommen.

H. Prof **Gary** legt seinen Bericht:

„Über die neuen deutschen Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement" ($XIII_5$) vor. Dieselben unterscheiden sich von den alten in drei wesentlichen Punkten.

1. Die Begriffserklärung für Portlandzement ist ergänzt worden, wobei auf die chemische Zusammensetzung des Portlandzementes Rücksicht genommen worden ist. Er darf nicht weniger als 1·7 Gewichtsteile Kalk auf 1 Gewichtsteil lösliche Kieselsäure + Tonerde + Eisenoxyd enthalten und muß durch feine Zerkleinerung und innige Mischung der Rohstoffe, Brennen bis mindestens zur Sinterung und Feinmahlen hergestellt sein. Diesem Mehl dürfen zu besonderen Zwecken nicht mehr als 3% Zusätze gegeben werden. Der Magnesiagehalt darf höchstens 5%, der Gehalt an Schwefelsäureanhydrit nicht mehr als $2^1/_2$% betragen.

2. Die Prüfung auf Zugfestigkeit ist ausgeschaltet, dafür sind die Anforderungen an die Druckfestigkeit des Normenmörtels und an die Feinheit der Mahlung des Portlandszement wesentlich erhöht. Redner zeigt, wie durch 30.000 Einzelversuche erwiesen wurde, daß die Zuverlässigkeit der Druckprüfung die der Zugprüfung wesentlich übertrifft und zeigt in einer Tabelle wie sehr Zug- und Druckfestigkeit variieren. Man habe früher das Verhältnis zwischen beiden wie 1:10 angenommen, es hat sich aber gezeigt, daß es von 1:6 bis 1:15 schwankt. Der Portlandzement muß so fein gemahlen sein, daß er auf dem 900 Maschensieb höchstens 5% Rückstand hinterläßt. Die Maschenweite des Siebes soll 0·222 mm betragen.

Digitized by Google

3. Als entscheidende Normenprobe ist die Druckprobe an Würfeln eingeführt, welche 1 Tag an der Luft und 6 Tage unter Wasser gelegen haben, worauf langsam bindender Portlandzement aus drei Gewichtsteilen Normensand und einem Gewichtsteil Zement mindestens 120 kg per cm^2 Druckfestigkeit erreichen soll. Nach weiterer Erhärtung von 21 Tagen an der Luft soll die Druckfestigkeit 250 kg per cm^2 betragen Der Redner beantragt, der Kongreß möge den Anschluß des Verbandes an die deutschen Normen beschließen.

H. Dr. **Lieven** (Noworosiisk) wendet sich gegen die Abfassung in den deutschen Normen, derzufolge die Produkte zerkleinert und vor dem Brennen gemischt sein sollen Dadurch wird einer Industrie die Existenzmöglichkeit genommen. In der Schweiz, Österreich, den Balkanländern, Süd-Rußland und dem Kaukasus giebt es viele Mergel, die ohne weitere Verarbeitung gebrannt, einen vorzüglichen Portlandzement geben. Daher ist es nicht zu empfehlen, daß die deutschen Normen für internationale Verhältnisse angenommen werden.

H. Dr. Ing. **Rud. Dyckerhoff** entgegnet, daß der Wortlaut der Normen es gar nicht ausschließe, daß ein Portlandzement, der durch Brennen einer natürlichen, innigen Mischung erzeugt ist, als Portlandzement anerkannt wird.

H. Prof. **Gary** meint, die Begrifferklärung der deutschen Normen sei den deutschen Verhältnissen angepaßt. In Deutschland finden sich solche natürlichen Zemente nicht.

H. Präsident **Grut** teilt mit, daß Herr **Humphrey** (Philadelphia) folgende Resolution beantragt:

„Der Kongreß wünscht, daß eine Kommission unter-
„suche, ob es möglich ist, einen internationalen Normal-
„sand festzustellen und wenn das nicht der Fall ist, Auf-
„schlüsse über den vergleichbaren Wert der verschiedenen
„Sorten Normalsand aus verschiedenen Ländern zu
„sammeln."

H. **Humphrey** begründet diesen Antrag, er glaube nicht, daß es möglich sein werde, sich auf einen internationalen Normalsand zu einigen Er meint aber, daß es von großer Bedeutung wäre, Auskünfte über die Normalsande verschiedener Länder zu erhalten; in den letzten Jahren seien so viele verschiedene Normalsande aufgekommen, daß vergleichbare Untersuchungen notwendig geworden sind.

Digitized by Google

Einen zweiten Antrag, eine Kommission zum Studium über einheitliche Prüfungsverfahren von hydraulischen Bindemitteln einzusetzen, zieht Herr Humphrey nach erhaltener Aufklärung zurück.

H. Prof. **Schüle** weist darauf hin, daß schon die Kommission Bauschinger diese Frage behandelt habe und daß die Kommission 42, dadurch, daß sie die Frage der einheitlichen Prüfungsmethode der Zemente behandelt, auch die Frage des Normalsandes bearbeiten werde

Exz. **Belelubsky** rät, mit der Ernennung der Kommissionen vorsichtig zu sein. Die Bauschingerische Kommission habe schon seinerzeit angegeben, wie man zu einem allgemeinen Normalsand kommen könne.

Der **Präsident** bringt den Antrag Humphrey zur Abstimmung, welcher angenommen wird. Da jedoch der Vorsitzende von mehreren Seiten aufmerksam gemacht wird, daß die Kommission 42 mit der Behandlung der Frage des Normalsandes bereits betraut ist, erklärt er, dem Verbandspräsidenten bei der Verlautbarung dieses Sektionsbeschlusses von diesem Umstande Mitteilung zu machen.

Schließlich zieht Herr Professor Gary seinen Antrag bezüglich der deutschen Normen zurück.

Der **Präsident** stellt den Kommissionsbericht

„Über beschleunigte Raumbeständigkeitsproben der Zemente" (X_3)

zur Diskussion.

H. **Blount** (London) legt den Kommissionsbericht vor und teilt mit, daß er sich mit mehreren Mitgliedern der Kommission auf folgenden Wortlaut der Le Chatelierschen Probe geeinigt habe, den er zur Annahme empfiehlt.

„Der Zement wird angemacht und in die auf einer Glasplatte befindliche Form gefüllt, wobei die Spitzen der Nadeln zusammengehalten werden. Ist die Form gefüllt, so wird sie mit einer Glasplatte zugedeckt, die durch ein kleines Gewicht niedergehalten wird. Das Ganze wird durch 24 Stunden in Wasser von 15° C. eingetaucht, die Klammer oder das sonstige Mittel, mittels welchem die Form während des Abbindens zusammengehalten wurde, wird nun entfernt; darauf wird der Abstand der Nadeln gemessen und die Form in kaltes Wasser gestellt, das innerhalb einer halben Stunde auf

Digitized by Google

100° gebracht und während 6 Stunden kochend erhalten wird. Nun wird die Form aus dem Wasser genommen und nach dem Abkühlen der Abstand der Nadeln von neuem gemessen. Der Unterschied zwischen beiden Ablesungen bedeutet die Ausdehnung des Zementes."

Diesem Antrage wurde von mehreren deutschen Mitgliedern entgegengetreten und darauf hingewiesen, daß in England selber die Probe erst Eingang finden konnte, nachdem man sich entschlossen hatte, die zu prüfenden Zemente vor der Prüfung eine gewisse Zeit an der Luft zu lagern. Damit wird aber die Probe gegenstandslos, denn unruhige Zemente werden sich bei genügend langer Ausbreitung an der Luft bald beruhigen und nicht mehr treiben.

Namentlich H. Dr. **Dyckerhoff** (Amöneburg) bekämpft den Antrag der Kommission; er sagt: „Der Verein Deutscher Portland-Zement-Fabrikanten ist auf Grund der Resultate längerer Versuchsreihen, welche eine Kommission des Vereins in Verbindung mit dem Königlichen Materialprüfungsamt in Groß-Lichterfelde ausgeführt hat, der Ansicht, daß die Kaltwasserprobe nach 28 Tagen vollkommen zuverlässig ist zur Beurteilung eines Zementes auf seine Raumbeständigkeit, und daß das von der Kommission 32 beantragte beschleunigte Verfahren nach Le Chatelier, Kochen der durch 24 Stunden unter Wasser erhärteten Zementprobe und Messen der Ausdehnung in der Le Chatelierschen Form, nicht zu empfehlen ist."

In Deutschland sei s. Z. ebenfalls die Ansicht ausgesprochen worden, daß die Kaltwasserprobe nach 28 Tagen nicht ausreiche, weshalb die vorbenannte Kommission eingesetzt wurde.

Vom Materialprüfungsamt wurden 10 Zemente aus dem Handel bezogen und an die Kommissionsmitglieder verteilt. Ausgeführt wurden die Kaltwasserprobe und verschiedene beschleunigte Proben. Sämtliche Zemente bestanden die Kaltwasserprobe nach 28 Tagen; die beschleunigten Proben, so auch die Kuchenprobe beim Kochen nach 24 Stunden Erhärtung, wurden von verschiedenen Zementen nicht bestanden. Ferner wurden mit allen Zementen Festigkeitsproben aus Mörtel 1:1 und 1:3 bis zu 2 Jahren Erhärtungsdauer angefertigt, hierbei zeigten auch die Zemente, welche die beschleunigten Proben nicht bestanden hatten, ein ganz normales Verhalten.

Digitized by Google

Daß ein Zement die Warmwasserprobe nicht bestehe, besage bloß, daß der Zementkuchen, welcher nach 24 Stunden Erhärtung der Wirkung von kochendem Wasser ausgesetzt wird und dadurch Risse bekommt, sich in einem solchen Stadium der Erhärtung befinde, daß er der Ausdehnung noch nicht widerstehen könne, welche durch die infolge der höheren Temperatur beschleunigte Hydratation hervorgerufen wird. Da überdies in der Kaltwasserprobe sich günstig verhaltende Zementkuchen, welche nach 24stündiger Erhärtung beim Kochen Risse zeigen, nach der Erhärtung im Wasser von einigen Tagen oder Wochen dem Kochen widerstehen, so folgt hieraus, daß solche Zemente keinen sogenannten schädlichen Kalk enthalten und sich deshalb auch in der Praxis bewähren werden.

Hierfür sprechen besonders noch die Versuchsresultate der oben erwähnten Kommission, welche auch der praktischen Verwendung entsprechende Versuche ausführte. Mit allen 10 Portland-Zementen wurden von einer Zementwarenfabrik Rosetten, Medaillons und Kanaldeckel angefertigt mit absichtlich fettem Vorguß aus 1 Zement : 1 Sand; dieselben wurden nach 3 Tagen bezw. 4 Wochen Erhärtung in der Werkstatt, im Freien allen Witterungseinflüssen ausgesetzt. Nach zweijähriger Beobachtung ergab sich, daß die Gegenstände einzelne kleine, jedoch belanglose Kantenrisse und feine Haarrisse hatten, welche aber keine Treibrisse, sondern nur auf rasches Austrocknen der fetten Vorgußschicht zurückzuführende Schwindungsrisse waren. Abgesehen hiervon waren alle Gegenstände gut erhärtet und wohl erhalten, obwohl einzelne der verwendeten Zemente die Kochprobe nicht bestanden haben.

Sämtliche Zemente hatten ja auch die Kaltwasserprobe gut bestanden; auf Grund der Kochprobe wären aber einzelne dieser Zemente, welche die Kochprobe nicht bestanden, falsch beurteilt worden. Es sei ferner schon auf dem Internationalen Kongreß in Zürich gezeigt worden, daß Zemente, welche bei der Kochprobe sich als einwandfrei erwiesen, bei der Kaltwasserprobe trieben.

Redner verweist auf die im Jahre 1899 in den Mitteilungen des königl. Materialprüfungsamtes zu Berlin, Ergänzungsheft I, erschienenen Schlußfolgerungen aus den genannten Versuchen, welche besagen, daß keine der sogenannten beschleunigten Raumbeständigkeitsproben geeignet sei, ein in allen Fällen zuverlässiges

Digitized by Google

und schnelles Urteil über die Verwendbarkeit eines Zements in der Praxis zu gestatten. Die Versuche haben ferner dargetan, daß alle seinerzeit erprobten zehn Zemente, welche die Kuchenprobe nach den Normen bestanden haben, auch bei der Verwendung zu Probekörpern und zu Zementwaren raumbeständig (im Sinne der Praxis) sind. Die Festigkeitszunahme der Probekörper beim Erhärten in Wasser und Luft spricht für die praktische Verwendbarkeit der Zemente.

Die erwähnten Gegenstände, welche zehn Jahre lang auf einem Dache lagerten, befinden sich jetzt beim Materialprüfungsamt Gr.-Lichterfelde im Freien allen Witterungseinflüssen ausgesetzt zu weiteren Beobachtung und sind heute nach zwölf Jahren noch gut erhalten.

Die von der Kommission 32 zur beschleunigten Prüfung der Zemente auf Raumbeständigkeit empfohlene Le Chateliersche Probe entspreche im Prinzip der sogenannten Kochprobe. In beiden Fällen wird der 24 Stunden erhärtete Zement der Wirkung des kochenden Wassers ausgesetzt. Bei der Kochprobe wird durch Besichtigung der Kuchen die mehr oder weniger starke Rißbildung beobachtet, während bei Le Chatelier die durch die Rißbildung hervorgerufene Ausdehnung gemessen wird. Letztere Probe ist exakter und hängt weniger von dem Ermessen des Beobachters ab. Die Probe von Le Chatelier sei aber ebenso wie die sogenannte Kochprobe aus den oben angeführten Gründen nicht geeignet zur entscheidenden Prüfung auf Raumbeständigkeit und die deutschen Portlandzementfabrikanten, meint Redner, halten es deshalb für erforderlich, daß die Kaltwasserprobe nach 28 Tagen als entscheidend beibehalten werden muß, bis es gelingt, eine Raumbeständigkeitsprobe aufzufinden, welche die Prüfung zuverlässig und in kürzerer Zeit als die Kaltwasserprobe gestattet.

Es wurde deshalb auch in den neuen deutschen Normen die seitherige Kuchenprobe im kalten Wasser als entscheidende Prüfung auf Raumbeständigkeit beibehalten. Redner erklärt, daß aber die deutschen Mitglieder gern bereit seien, in der Internationalen Kommission 32 weiter mit zu arbeiten.

Zum Schluß wolle er noch darauf hinweisen, daß von der Kommission 32 bei der Prüfung nach Le Chatelier auch eine Luftlagerung des zu prüfenden Zements nach 24 Stunden und 7 Tagen vorgesehen ist. Ein Zement, welcher frisch der Lieferung

Digitized by Google

entnommen, die Le Chateliersche Probe nicht besteht, könne sehr wohl nach 7tägiger Ausbreitung an der Luft dieselbe bestehen und deshalb müsse seiner Ansicht nach die Prüfung an dem Zement, wie er angeliefert ist, vorgenommen werden.

H. **Blount** erklärt die deutschen Zemente sehr gut zu kennen, weil er viel mit ihnen zu tun habe und wenn diese die Kochprobe nicht bestehen können, so müsse er ihre Volumbeständigkeit bestreiten.

H. Prof. **von Nagy** (Budapest) betont die Notwendigkeit, die Zemente schon nach 7 Tagen beurteilen zu können. Er weist auf drei Ursachen für das Treiben der Zemente hin, auf das Gipstreiben, Magnesia- und Kalktreiben. Der Gips- und Magnesiagehalt lassen sich durch eine Analyse bestimmen, nicht aber die Frage ob der Kalkgehalt zu groß ist; besonders der nicht gelöschte freie Kalk sei gefährlich. Er schließt sich dem Antrage der Kommission an.

H. **Leduc** (Paris) empfiehlt den Kommissionsbeschluß. Er hält die Le Chateliersche Probe für eine sehr befriedigende, besonders für Drehofenzemente, was aus zahlreichen Versuchen hervorgehe.

H. **Mayntz-Petersen** (Kopenhagen) empfiehlt gleichfalls den Vorschlag der Kommission.

H. Dr. **Prüssing** protestiert gegen die Aussage des H. Blount, daß die Probe für die deutschen Zemente zu streng wäre. Er habe schon am Züricher Kongreß zur Kochprobe gesprochen und einen Zement vorgelegt, der sehr wohl die Kochprobe bestanden hatte, aber doch nicht volumenbeständig war. Er hält die Prüssingsche Preßkuchenprobe für viele Zemente als viel strenger und der Praxis mehr angemessen. Es komme vor, daß zur Kunststeinfabrikation Zemente mit sehr wenig Wasser hergestellt werden, welchen später reichliche Wassermengen zugesetzt werden. In diesem Falle versagen viele Zemente, die die Kochprobe gut bestanden haben.

H. **Blount** glaubt, daß die Zemente des Herrn Dr. Prüssing die Le Chateliersche Probe sehr leicht bestehen; falls nicht, so könne er sie zu seinem Bedauern nicht für raumbeständig erklären.

H. Dr. Ing. Rud. **Dyckerhoff** bemerkt, daß auch kalkreiche Zemente die Kochprobe sehr gut bestehen können.

H. Prof. **v. Nagy** ist der Meinung, daß die Festigkeit guter Zemente während der Kochprobe bedeutend zunehme, so daß sie

Digitized by Google

nach 6stündigem Kochen des Zements in siedendem Wasser die Festigkeiten erreichen, bei denen sie einen klingenden Ton geben.

H. **Humphrey** bedauert, daß auf die Qualität des Wassers in der Resolution keine Rücksicht genommen werde. In Amerika ist das natürlich vorkommende Wasser von sehr verschiedener Beschaffenheit und das Wasser habe einen sehr großen Einfluß auf die Proben. Er halte es für sehr zweifelhaft, daß die komplizierte Le Chateliersche Methode für allgemeinen Gebrauch empfehlenswert sei und hoffe, daß man später zu einer befriedigenderen Probe kommen wird.

H. **Blount** glaubt, daß man überall, wo Zement geprüft wird, Wasser, das zum Trinken genügend rein ist, finden könne und jedes Trinkwasser sei gut genug, um für die Kochprobe verwendet zu werden. Man habe vor mehreren Jahren überall in England die Le Chateliersche Probe eingeführt. Dies beweise, daß die Probe nicht zu kompliziert sei, sie kann von gewöhnlichen Leuten gehandhabt werden.

Es wird danach folgende Resolution mit 47 Stimmen gegen 19 Stimmen angenommen.

„Der Kongreß beschließt, das Le Chateliersche „Verfahren als normale beschleunigte Volumen-„beständigkeitsprobe für Zemente zu empfehlen."

Die deutschen Mitglieder geben einen Protest gegen diesen Beschluß zu Protokoll.

Der **Vorsitzende** bringt den Bericht über

„Das beste Verfahren zur Bestimmung der Abbindezeit" (X_9)

von Laborbe zur Diskussion.

H. **Laborbe** (Paris) legt seinen Bericht über die Verwendung der Kugeldruckprobe zur Bestimmung der Abbindezeit vor. Er zeigt eine Reihe von Proben, die er mit seinem Apparate vorgenommen hat und verweist auf die graphischen Tabellen, welche den Prüfungsvorgang illustrieren.

H. **Leduc** (Paris) empfiehlt den Laborbeschen Apparat, mit welchem er selbst befriedigende Versuche gemacht hat.

Herr Präsident **Grut** dankt H. Laborbe für seinen interessanten Bericht und vertagt die Verhandlung über die noch restlichen Fragen auf Sonnabend früh.

Digitized by Google

4. Sitzungstag, Sonnabend, den 11. September 1909.

H. **Grut** ladet den H. Prof. Gary ein, seinen Bericht zur Aufgabe 30

„Aufsuchung eines möglichst einfachen Verfahrens zur Bestimmung des feinsten Mehles im Portlandzement auf dem Wege der Schlämmung oder Windsichtung"

vorzulegen.

H. Prof. **Gary** weist auf den teils von ihm und teils von H. Mayntz-Petersen erstatteten Bericht hin. Die Kommission habe vor einigen Tagen eine Sitzung gehalten und beschlossen — da nach zwei Richtungen Vorschläge gemacht sind, wie man dieses Verfahren in den Dienst der Forschung stellen kann — dem Kongreß zu beantragen, sie zur Fortsetzung ihrer Arbeit zu ermächtigen.

H. **Mayntz-Petersen** (Kopenhagen) möchte sich zunächst gegen die von H. Prof. Gary in dessen Bericht angeführte Behauptung wenden, „daß der Petersensche Apparat nur ein Sieb feiner als 5000 Maschen auf den Quadratzentimeter ersetzt und den Versuchszement nur in zwei Fraktionen (feines und grobes Mehl) trennt, so daß die Versuche unter verschiedenen Zementen mit augenscheinlich sehr verschiedenartiger Körnung nur geringe, gegen die Scheidung durch das 5000 Maschensieb keine Vorteile bietenden Unterschiede ergeben". Der Redner führt an, daß dieses nicht eine Einwendung gegen seinen Apparat bieten kann, da natürlich eine bedeutende Übereinstimmung zwischen Sieb- und Schlemmrückständen existieren muß, was auch aus den Resultaten des H. Prof. Gary ersehen werden kann, nämlich wenn man, um Garys Resultate mit denen des Redners vergleichen zu können, die Summe der verschiedenen Korngrößen (I + II, I + II + III) graphisch aufzeichne.

Ferner führt er an, daß er bei seinen angegebenen Versuchen nur einen Schlemmtrichter verwendet hatte, bei welchem die Rückstände etwa 50% betrugen. Aber er könne dem Schlemmtrichter solche Dimensionen geben, daß der Rückstand ein anderer wäre, so daß die Trennung nach anderen Korngrößen erfolgt. Ebenso könne man mehrere Trichter verwenden, wenn es erwünscht ist, das Feinmehl gründlicher zu prüfen. Er verweist kurz auf die Versuche, die die staatliche Prüfungsanstalt in Kopenhagen

Digitized by Google

auf Kosten des Vereines skandinavischer Portlandzementfabrikanten über den Einfluß des Mahlens auf die Korngröße und andere Eigenschaften des Zementes begonnen hat.[1]) Bei diesen Versuchen wurden zwei Schlemmtrichter verwendet; beim zweiten ist die untere Öffnung etwas schmäler, weshalb ein größerer Rückstand zurückbleibt. Indem man nun den prozentuellen Ziffernwert des Rückstandes auf dem 5000 Maschensieb, dann des Rückstandes im ersten und zweiten Trichter feststellte, hatte man durch die erste der genannten Ziffern, dann durch die Differenz zwischen der zweiten und der ersten, die Differenz zwischen der dritten und der zweiten und endlich durch den zu 100 ergänzenden Rest eine genaue Klassifikation des Zementes nach vier Korngrößen erhalten. Der Redner wollte wegen der vorgerückten Zeit auf die gewonnenen Resultate nicht näher eingehen. Zum Schluß glaubt er aber behaupten zu können, daß der von ihm vorgeschlagene Apparat gegenüber dem Garyschen den Vorteil der größeren Einfachheit habe, wobei es ohne Mühe möglich ist, mehrere Trichter so zu justieren, daß sie dasselbe Resultat geben und indem man mehrere Schlemmtrichter anbringen kann, könne man mit ihm eine mehrfache Teilung jedenfalls bis zum Rückstand von 70% erhalten. Im übrigen schließt sich der Redner dem Antrag des H. Prof. Gary an.

Der Präsident H. **Grut** legt die folgende Resolution vor.

„Der Kongreß ersucht die Kommission 30 auf dem „eingeschlagenen Weg weiter zu arbeiten und dem nächsten „Kongreß die Resultate ihrer Arbeit vorzulegen",

welche von der Versammlung angenommen wird.

Zum Bericht

„Grundlagen für einheitliche Gipsprüfung" (X_9):

H. Prof. **Gary** teilt mit, daß er sich mit H. Feret über die Frage ins Einvernehmen gesetzt habe. Beide Referenten erkennen, daß diese schwierige Frage heute noch keine befriedigende Lösung zuläßt. Redner habe von H. Satori Mor in Budapest ein Schreiben erhalten, in welchem dieser die Hoffnung ausspricht, daß der deutsche Gipsverein bis zum nächsten Kongreß in der Lage sein werde, Daten zur Lösung der Frage zu liefern.

[1]) Ein Bericht über alle vorgenommenen Versuche wird später in der Zeitschriftenliteratur vorliegen.

Digitized by Google

Der Vorsitzende schlägt vor, die Behandlung der Frage bis zum nächsten Kongreß zu verschieben, was angenommen wird.

Er stellt zur Diskussion den Bericht X_{10}:

„Prüfung der Puzzolane auf ihren mörteltechnischen Wert."

H. **Herfeldt** (Andernach a. Rh.) gibt ein Resumé seines Berichtes. Er bedauert, daß die Beteiligung bei der Kommissionsarbeit eine so geringe war und betont die Schwierigkeiten, die in der Kommission zur Erzielung einer Übereinstimmung aufgetaucht sind. So sei schon über die Frage, in welcher Form der Kalk, ob zu Pulver oder zu Teig gelöscht, zu den Versuchen Verwendung finden solle, eine Meinungsverschiedenheit vorhanden. In den Ländern, in denen Puzzolane in großer Menge zur Verwendung kommen, z. B. in Deutschland, Italien, Holland und Belgien sind genaue Prüfungsverfahren vorgeschrieben, welche, wenn auch voneinander abweichend, doch ihren Zweck erreichen, da sie mit denselben Materialien und durch geschickte Leute ausgeführt, vollkommen genügen, um den Wert verschiedener Puzzolane feststellen zu lassen. Gegenüber diesen eingebürgerten Methoden scheint die Aufgabe, einheitliche Vorschriften aufzustellen, ziemlich aussichtslos. Hiezu kommt noch der Umstand, der eine einheitliche Prüfung fast ausschließt, nämlich die verschiedene Art der Verwendung der Puzzolane. In Deutschland, Holland und Belgien kennt man nur eine Verwendung der Puzzolane in möglichst fein gemahlenem Zustande, in Italien nur die rohe, in losem Zustande vorhandenen Puzzolane. Der Redner verweist auf die Arbeit des H. Feret, welcher diese dem VII. Kongreß für angewandte Chemie in London 1909 vorgelegt hat und in welcher er anregt, den Wert der Puzzolane durch chemische Versuchsreihen zu bestimmen. Der Berichterstatter möchte auf Grund einer Beratung mit mehreren Kommissionsmitgliedern folgenden Antrag stellen:

„Die Kommission 11 wird beauftragt, die in den verschiedenen „Ländern vorgeschriebenen Normen für die Prüfung der Puzzolane „zu sammeln und den Mitgliedern des internationalen Verbandes „bekanntzugeben. Der Kongreß teilt die Meinung, daß bei Ver„wendung verschiedener Kalk- und Sandsorten, sowie beim Ver„brauch der Puzzolane, teils in gemahlenem, teils in ungemahlenem „Zustande (pouzzolanes granulaires) eine einheitliche Prüfungs-

Digitized by Google

„methode, in verschiedenen Ländern ausgeführt, keine untereinander „vergleichbaren Resultate ergeben kann und aus diesem Grunde „undurchführbar ist."

H. **Segré** (Rom) teilt mit, daß der Italienische Verband vor mehreren Jahren eine Kommission zur Aufstellung von Vorschriften für die Prüfung von Puzzolanen ernannt hat, von welchen sich im mittleren und südlichen Italien ungeheure Lager befinden. Redner hebt die Verdienste des H. Feret um die Arbeiten der Kommission 11 des Internationalen Verbandes dankend hervor. Die Frage der Kommission stehe noch immmer auf demselben Punkte, wie zur Zeit der Aufstellung der Frage in Zürich und zur Zeit des Vorschlages, den der Redner in Brüssel 1906 gemacht hat, daß man zwischen den normalen Prüfungsmethoden des Trasses und jenen der Puzzolane in ungemahlenem Zustande unterscheiden müsse. Wenn auch beide gleichen Ursprungs sind, und wenn auch diese beiden vulkanischen Produkte puzzolanischen Charakter haben, weil sie mit Kalk gemengt werden müssen, um hydraulischen Mörtel zu geben, verlangen doch beide verschiedene Proben, wenn sie auch manches gemeinsam haben. Anderseits dürfen sich die Versuchsmethoden nicht zu weit von den üblichen Prüfungsmethoden der in Gebrauch stehenden Materialien entfernen. Das ist der Grund, weshalb man zu keiner Einigung über das Prüfungsverfahren kommen konnte. Aber die Arbeiten der Kommission über die Frage der Puzzolane sind doch allgemein und speziell im italienischen Verband sehr nützlich geworden. Er glaubt daher, es wären zwei Arten von Vorschriften notwendig:

1. Vorschriften für Puzzolane, welche in natürlichem Zustande kompakt sind und die man künstlich für den Gebrauch pulverisieren muß.

2. Vorschriften für Puzzolane im ungemahlenen Zustand, welche man so verwendet, wie sie in den Lagerstätten gefunden werden. Redner legt nun einen Bericht des „Istituto sperimentale" der italienischen Staatsbahnen vor, welcher einen Auszug aus den Vorschriften über eigentliche Puzzolane (puzzolanes granulaires) enthält, welche dem italienischen Materialprüfungskongreß 1907 in Rom vorlagen und seither durch Studien und Erfahrungen erweitert jenem in Palermo 1910 vorgelegt werden. Er führt endlich an, daß diese Vorschriften bereits seit 20 Jahren gleichmäßig und

Digitized by Google

streng im Laboratorium der italienischen Staatsbahnen in äußerst zufriedenstellender Weise benützt werden.

H. **Rózsa** (Budapest) berührt einige der Kommission 11 zu unterbreitende Vorschläge. Er ist dafür, daß Normalproben weder mit Kalkbrei, noch mit zu Pulver gelöschtem Kalk vorgenommen werden, sondern, daß der zu Brei gelöschte Kalk bis zum Verdampfen des hygroskopischen Wassers getrocknet und sodann so fein pulverisiert wird, daß das pulverisierte Hydrat auf dem 5000-Maschensieb durchgeht. Als Mahlfeinheit für die Normalproben beantragt er die für die Portlandzemente vorgeschriebene. Entgegen der von H. Herfeldt ausgesprochenen Anschauung hat er gefunden, daß gerade die steinartigen festen Teile in Traß die wertvollsten, bindefähige Kieselsäure enthaltenden sind und daß viele Versuche ergeben haben, daß die Festigkeit mit der Feinheit der Vermahlung des Trasses so wie bei anderen Zementen steigt. Er befürwortet, daß die Beigabe des Kalkhydrates stets im Verhältnis zur bindefähigen Kieselsäure sei, die durch Lösung in 20%iger Kaliumhydroxidlösung bestimmt wird. Endlich befürwortet er, daß für Wasserlagerung bestimmte Probekörper erst 48 Stunden nach deren Feststellung ins Wasser gegeben werden, da der Traßmörtel öfters noch nicht abgebunden hat. Zugfestigkeitsproben sollen nach 7 und 28tägiger, Druckfestigkeitsproben nach 14- und 28tägiger Wasserlagerung, bezw. nach Lagerung in feuchter Luft vorgenommen werden.

Nachdem Herr Rózsa gesprochen, stellte der Vorsitzende den Antrag, die Frage der Prüfung der Puzzolane auf ihren mörteltechnischen Wert bis zum nächsten Kongreß zu vertagen, weil die Zeit bereits so weit vorgeschritten sei, daß er die Sitzung schließen müsse und eine Aussprache über die verschiedenen, teilweise ganz entgegengesetzten Ansichten, nicht mehr möglich sei.

Es wurde daher folgende Resolution angenommen:

„Der Kongreß beschließt, die Prüfung der Puzzolane „auf den nächsten Kongreß zu vertagen."

H. **Mayntz-Petersen** (Kopenhagen) legt seinen Vorschlag zur Änderung des auf dem Brüsseler Kongreß empfohlenen Verfahrens zur Zementprüfung vor, da die darin vorgeschriebenen Mengen von Zementmörtel zu klein sind, um die Mörteldose zu füllen.

Der **Vorsitzende** schlägt vor, den Vorschlag in folgender Fassung anzunehmen, was geschieht.

Digitized by Google

„Der Kongreß gibt § 3 c des am Brüsseler Kongreß „empfohlenen Verfahrens für Prüfung von Zement folgende „neue Fassung:

„Mit dem angemachten Brei füllt man sogleich einen „auf einer Glasplatte angebrachten konischen Metallring, „dessen unterer Durchmesser 7·5 cm, dessen oberer 8·5 cm „und dessen Tiefe 4 cm beträgt. Man streicht dann den „oberen Teil mit dem Messer ab, wobei alle Einsenkung „und Rüttelung zu vermeiden ist."

Der **Vorsitzende** schließt die Verhandlungen und dankt den Teilnehmern für ihre Arbeiten und für ihre rege Mitwirkung bei den Diskussionen.

H. Prof. **Gary** spricht den wärmsten Dank der Versammlung dem Vorsitzenden H. Kapitän Grut für die meisterhafte Leitung der Verhandlungen aus, welcher von der Versammlung mit lebhaftem Beifall begleitet wird.

Schluß der Sitzung 10 Uhr vormittags.

Digitized by Google

Verhandlungen der Sektion C (Diverses).

1. Verhandlungstag, Mittwoch, den 8. September 1909

H. Prof. **Mesnager** eröffnet die Sitzung. Er verliest die Namen der Ehrenpräsidenten und Ehrenschriftführer der Sektion C und bittet den Vorsitzenden, Herrn Kommandeur **Münter**, die Leitung der Verhandlungen zu übernehmen.

Der Vorsitzende, H. **Münter** (Kopenhagen) begrüßt vor allem mit warmen Worten die Fachgenossen, die dem Rufe nach Kopenhagen gefolgt sind. Was die Aufgaben der Sektion C anbelange, sagt Herr Münter weiter, so seien sie im Vergleich mit denen der anderen Sektionen weniger zahlreich und weniger erfüllt von Schwierigkeiten. Doch gerade dieser Umstand würde es ermöglichen, sich mit besonderer Aufmerksamkeit den vorliegenden Berichten zu widmen, die, wie wohl alle, die sie gelesen haben, dem Redner zugeben werden, dieser Aufmerksamkeit wert seien. H. Münter schließt mit der Hoffnung, daß die Versammlung in der Lage sein werde, ein lehrreiches und nützliches Blatt den Berichten beizufügen, die schon so viel Gutes nicht nur für die Industrie, sondern auch für die Allgemeinheit gewirkt haben. Denn der junge internationale Verband ist rüstig vorwärts geschritten; er hat es verstanden, in kurzer Zeit eine neue der Praxis dienende Wissenschaft zu schaffen, indem er zugleich andere Zweige des Wissens, darunter solche reiner Theorie, sich in geschickter Weise dienstbar gemacht hat.

Nach diesen Worten eröffnet der Vorsitzende die Verhandlungen über

Rostschutzmittel

und zwar

„Über den Angriff des Eisens durch Wasser und wässerige Lösungen“ ($XVII_1$).

Er erteilt das Wort Herrn Prof. E. Heyn.

Digitized by Google

H. Prof. **Heyn** (Gr.-Lichterfelde) gibt eine kurze Übersicht über die von ihm und Prof. O. Bauer ausgeführten Arbeiten, die in den Mitteilungen bereits veröffentlicht worden sind. Er wiederholt, daß die wesentlichsten Faktoren des Rostangriffes flüssiges Wasser und der im Wasser gelöste Sauerstoff sei. Die Gegenwart von Kohlensäure sei zur Rostbildung nicht notwendig, sie wirkt nur wie jede andere Säure lösend. Die Geschwindigkeit des Rostens und der damit verbundene Sauerstoffverbrauch sei vor allem von der Sauerstoffzufuhr abhängig.

H. Prof. Heyn erwähnt alle Umstände, welche auf die Sauerstoffkonzentration in der Nähe des rostenden Eisens Einfluß nehmen, wie die Entfernung zwischen Flüssigkeitsspiegel und der Eisenoberfläche; die Größe der Flüssigkeitsoberfläche, durch welche der Sauerstoff diffundiert; die Zuleitung frischer Luft; Erhöhung des Partialdruckes des Sauerstoffes in der mit der Flüssigkeit in Verbindung stehenden Atmosphäre; Erneuerung der Flüssigkeit; Verhältnis zwischen Flüssigkeitsmenge und Eisenoberfläche. Eine Rolle spiele auch die geringere Löslichkeit des Stickstoffes gegenüber dem Sauerstoff, so daß beim Erhitzen einer mit Luft gesättigten Flüssigkeit ein sauerstoffreicheres Gemisch abgegeben wird. Sammelt sich dieses in Form von Luftsäcken an den unter Wasser befindlichen Eisenteilen, z. B. in einem unter Druck befindlichen Dampfkessel, so wirken zwei rostbildende Umstände gleichzeitig: der erhöhte Partialdruck des Sauerstoffes und der größere Sauerstoffgehalt des Gases.

Der Redner berichtet sodann über die Versuche, die zur Entscheidung darüber angestellt wurden, ob im Innern eines Gasbehälters an der Stelle, wo die Behälterbleche in die Wassertasse eintauchen, bei mangelhaftem Schutzanstrich Rostangriff stattfinden kann. Es zeigte sich, daß dies möglich sei, weil der Sauerstoff aus der Atmosphäre durch das Sperrwasser zum Eisen des Behälters zu diffundieren vermag. Die Mittel, sagt Prof. Heyn, gegen Rostangriff sind gleichbedeutend mit den Mitteln zur Vermeidung des Sauerstoffgehaltes im Wasser. Das Abdecken der Oberfläche mit Öl sei unwirksam, weil Öl ein größeres Absorptionsvermögen gegenüber Sauerstoff besitze als Wasser. Erfolgreicher sei das Einhängen von mit Holzkohlenpulver gefüllten Beuteln. Prof. Heyn besprach dann eingehend den Einfluß der Berührung des Eisens mit anderen Metallen auf den Rostangriff durch Wasser.

Digitized by Google

Bei Berührung von Eisen mit einem weniger edlen Metalle der elektrischen Spannungsreihe wird der Rostangriff des edlen Metalles verringert, der des unedlen gesteigert. Bei Berührung des Eisens mit einem edleren Metall erfolgt der Rostangriff des Eisens durch wässerige rosterzeugende Lösungen in verstärktem Maße. So wird Eisen durch Berührung mit Zink gegen Rostangriff geschützt. Andererseits wird der Rostangriff des Eisens durch Berührung mit Kupfer oder Nickel gesteigert. Flußeisen kann unter gewissen Bedingungen durch Berührung mit Gußeisen geschützt werden. Die Reihenfolge der Metalle in der Spannungsreihe ist nicht unveränderlich, sondern von der Flüssigkeit, in welche die Metalle eintauchen, abhängig.

Die Frage, welche Eisensorte größere Neigung zur Rostbildung zeigt (Schweiß-, Fluß- oder Gußeisen) ist noch offen. Bei einem Versuche in ruhendem destilliertem Wasser zeigte es sich z. B., daß nach 2 Monaten Flußeisen am stärksten, Schweißeisen weniger und Gußeisen am wenigsten angegriffen war; nach 7 Monaten war Gußeisen am stärksten und Flußeisen am wenigsten und nach 17 Monaten waren Gußeisen und Flußeisen nahezu im gleichen Maße angegriffen. Bei Wiederholung des Versuchen können die Verhältnisse wieder anders ausfallen, so daß es zum Teil vom Zufall abhängt, welche Eisensorte nach einer bestimmten Versuchsdauer den größten oder geringsten Angriff zeigt. Doch sind die Unterschiede in allen diesen Fällen nur sehr gering und treten gegenüber den anderen Einflüssen vollkommen zurück. Die Behauptung, daß die Löslichkeit der Materialien in Schwefelsäure ein Maßstab für den Grad der Angreifbarkeit durch Rost sei, treffe nicht zu.

Professor Heyn bespricht sodann die Versuche zur Feststellung des Angriffsvermögens verschiedener Flüssigkeiten gegenüber Eisen und erklärt die Begriffe der kritischen Konzentration und der Schwellen-Konzentration einer Lösung. Die Anschauung, daß alkalische Lösungen den Rostangriff auf jeden Fall verhindern, ist falsch. Die Schutzwirkung der Alkalikarbonate tritt erst bei bestimmten Konzentrationen ein. Unterhalb einer Konzentration können Lösungen vorkommen, die zum Teil recht starken Angriff hervorrufen. Ebenso sei es falsch, daß Chloride und Sulphate der Alkalimetalle auf jeden Fall stärkeren Rostangriff bewirken als reines Wasser. Chromsäure und ihre Salze sind starke Schutz-

Digitized by Google

mittel gegen Rosten. Schon durch kleine Zusätze zum destillierten Wasser werden Schutzwirkungen hervorgerufen.

Eine interessante Möglichkeit für die Erklärung der verwickelten Vorgänge des Rostangriffs sieht Herr Professor Heyn in der Untersuchung des elektrischen Spannungsgefälles zwischen Eisen und den verschiedenen Flüssigkeiten. Professor Heyn berichtet schließlich noch über bisher unveröffentlichte Versuche, welche zur Aufhellung des Einflusses der Temperatur auf die Rostbildung gemacht wurden. Es habe sich herausgestellt, daß bei destilliertem Wasser das Maximum des Angriffes bei zirka 60° liege. Von da ab bis auf etwa 100° falle das Angriffsvermögen wieder ab und es erreiche bei 100° ein Minimum. Bei gewöhnlicher Temperatur sei der Angriff nur etwa $^1/_4$ dieses Maximums.

H. **Camerman** (Brüssel) erklärt die vom H. Professor Heyn gegebenen theoretischen Auseinandersetzungen von höchstem Werte für die Praxis. Er stellt die Frage, ob Professor Heyn einigen von ihm, aus Beobachtungen bei Speisung von Dampfkesseln gezogenen Schlußfolgerungen beistimme. Professor Heyn, sagt Camerman, habe auf die Wichtigkeit der elektrolytischen Vorgänge hingewiesen. Dieser Einfluß werde noch erhöht, wenn die Leitungsfähigkeit des flüssigen Mittels durch die Gegenwart gewisser Salze, insbesondere des Schwefelnatriums, vergrößert werde. Er folgere nun daraus, daß es notwendig sei, bei Analysen des Wassers nicht nur den kesselsteinbildenden Salzen Aufmerksamkeit zuzuwenden, sondern auch jenen Salzen, die in Lösung bleiben, die sich aber durch das Entweichen des Dampfes immer mehr verdichten. Diese Salze können unter Umständen kräftige Elektrolyte sein; ihr schädlicher Einfluß zeige sich insbesondere bei gewissen Lokomotivkesseln dort, wo die kupferne Rohrwand mit dem eisernen Kesselblech mittels eiserner Nieten verbunden ist. Der Kopf solcher Nieten wird vorzeitig durch den freiwerdenden Sauerstoff angegriffen.

Das Schwefelnatrium verdanke sein Entstehen vornehmlich der Einführung von den Kesselstein hindernden, mit kohlensaurem Natrium als Grundstoff gebildeten Mitteln, welch letzteres in Verbindung mit Schwefelkalcium das Schwefelnatrium bildet.

H. Prof. **Heyn** (Gr.-Lichterfelde) gibt zu, daß die Wirkung von galvanischen Ketten (gebildet durch Berührung verschiedener Metalle in Elektrolytlösungen) gesteigert werde durch Erhöhung

Digitized by Google

der Leitfähigkeit, also durch Erhöhung des Salzgehaltes der Lösung. Es sei aber zu beachten, daß auch nach Entfernung der Salze aus dem Wasser, soweit dies praktisch möglich ist (destilliertes Wasser), die galvanische Wirkung noch besteht. Die Berührung verschiedener Metalle habe auch in destilliertem Wasser beträchtlichen Einfluß auf den Angriff durch Rost.

Es gebe zwei Mittel, den Angriff zu verringern:

a) Verminderung der Leitungsfähigkeit der Lösung (also Verwendung möglichst reinen Wassers);

b) Verminderung des Sauerstoffgehaltes der Lösung.

Das erste Mittel vermindere nur bis zu einem gewissen Grade die galvanische Wirkung, steigere aber andrerseits den Rostangriff des Eisens ganz beträchtlich, weil das reine Wasser die höchste Lösungsfähigkeit für Sauerstoff besitzt, so daß ein Übel durch ein anderes, mindestens ebenso großes beseitigt werde. Prof. Heyn glaubt deshalb, daß man praktisch von dem Mittel a nur in ganz beschränkten Fällen Erfolg haben werde.

Das Mittel b sei jedenfalls das wirksamere, weil nach Entziehung des Sauerstoffes jede Rostwirkung aufhöre, auch die, welche durch galvanische Wirkungen erzeugt sei. Jede Verminderung des Sauerstoffgehaltes der Lösung entspreche einer Vermehrung der Lebensdauer des Eisenteiles gegenüber dem Rostangriff. In der Praxis werde man sein Hauptaugenmerk auf alle Umstände richten müssen, die geeignet seien, dem Wasser mechanisch Luft beizumengen, weil jedes Luftbläschen wie ein Sauerstoffvorrat wirke, durch den sich das Wasser, mit Sauerstoff gesättigt erhalten könne.

H. **Camerman** (Brüssel) bemerkt zu der interessanten Studie, betreffend den Einfluß der aus der Lösung im Wasser freiwerdenden Luft und Kohlensäure, über welche H. Prof. Heyn berichtet hat, daß es eine bekannte Tatsache sei, daß das Kesselblech an jenen Stellen, wo das Speisewasser in den Kessel eingeführt werde, in Form von Rostflecken angegriffen werde und daß sich dort Hydroxyde des Eisens in Form von Blasen zeigen. In Lokomotivkesseln gebe es z. B. Zugeisen, welche die beiden kupfernen Rohrbleche miteinander verbinden. Diese bedecken sich genau oberhalb der Stelle, wo das Wasser in den Kessel eintritt, mit Rost. Der Sauerstoff tritt aus dem Frischwasser aus. Jene Sauerstoffbläschen, die auf der oberen Seite des Zugeisens entstehen, bleiben im Kontakt mit

Digitized by Google

dem Eisen und zerstören das Metall. Jene Bläschen, die an der Unterseite oder an den Seitenflächen entstehen, werden rasch vertrieben und durch große Blasen ersetzt, die sich vom Grunde des Kessels erheben und die, wenn sie sich auch an das Eisen anlegen, immer durch eine außerordentlich feine Wasserschichte von dem Eisen getrennt bleiben. Diese unteren und seitlichen Luftblasen bringen keinen Rost hervor, während die Blasen, welche die Oberseite bedecken, das Eisen aushöhlen und den Querschnitt des Zugeisens in bedenklicher Weise vermindern.

Es wäre interessant, ein Mittel gegen dieses Übel zu finden, sei es entweder durch ein Schutzmittel nach Art eines aus nichtsäurehältigen Mineralölen gewonnenen Teerproduktes, sei es durch eine Anordnung, welche das Entweichen der Luft und Kohlensäure an einer Stelle bewirkt, wo jede Gefahr ausgeschlossen ist

H. **Heyn** ergänzt die Ausführungen des H. Camerman durch einige Beobachtungen aus der Praxis, die er an Handzeichnungen kurz erläutert.

H. **Grittner** (Budapest) bemerkt zu dem Vortrage des Herrn Prof. Heyn, daß die Corrosion der Gasbehälterglocken nicht nur dem Umstande zuzuschreiben sei, daß durch das Absperrwasser die Luft durchdiffundiert; auch wenn es gelingen würde, dieses auszuschließen, müßte das Innere des Behälters rosten, da das Gas mit Wasser im Skrubber gewaschen wird und dabei aus dem Wasser Luft aufnimmt.

Der Redner berichtet ferner über von ihm ausgeführte Versuche, die beweisen, daß Rosten ohne Kohlensäure nicht auftreten könne. Ein Versuch, von dreimonatiger Dauer, bei dem über blankes Eisen Sauerstoff geleitet wurde, welches sorgfältigst von Kohlensäure befreit war, hat gezeigt, daß kein Rosten eingetreten ist. Als dann nach Beendigung des Versuches der Apparat zerlegt worden war, trat bereits nach 15 Minuten Rosten ein. Die Kohlensäure sei ja nur dazu berufen, die Reaktion einzuleiten, welche dann, wenn Sauerstoff vorhanden, immer weiter fortschreitet.

Bei Lokomotivkesseln, die mit alkalischem Wasser gespeist werden, tritt nie das Rosten des Eisens ein, dagegen werden die Feuerbüchse, Stehbolzen, Rohrstutzen, die aus Kupfer bestehen, stark angegriffen. Versuche haben bewiesen, daß sich die Soda der alkalischen Speisewässer unter 10—12 Atmosphären Druck teilweise in Natronlauge verwandle, die das Kupfer angreife.

Digitized by Google

Diese Tatsachen beweisen, daß Soda unter Druck das Rosten verhindern kann.

H. Prof. **Heyn** erwidert, er müsse die Möglichkeit zugeben, daß der Rostangriff auf den Gasbehälter auch dem Umstande zugeschrieben werden könnte, daß das Gas Luft, z. B. aus dem Skrubber, mit sich geführt habe. Herr Heyn ist mit Herrn Grittner darin einig, daß eine Auflösung von 4—5 kg Soda in 1 m^3 Wasser das Eisen nicht angreift. Über die von Herrn Grittner beobachtete Rostbildung infolge des Einflusses von Kohlensäure, könne sich der Redner nicht äußern, weil er die betreffende Versuchsanordnung nicht genau kenne und vielleicht in dieser eine Erklärung zu finden sei. Jedenfalls widerspreche die Erfahrung des Herrn Grittner allen Beobachtungen, die bei den Versuchen in Gr.-Lichterfelde gemacht wurden, die alle bestätigen, daß die Gegenwart von Kohlensäure für das Rosten nicht notwendige Bedingung sei. Er gebe Herrn Grittner anheim, seine Versuchsausführung schriftlich genau festzulegen, damit das Ergebnis nachgeprüft werden könne.

H. Kommandeur **Münter** unterbricht hierauf die weitere Diskussion über Rostschutzmittel und schließt den I. Sitzungstag.

---

2. Sitzungstag, Donnerstag, den 9. September 1909.

H. Kommandeur **Münter** eröffnet um 9 Uhr 20 Min. die Sitzung und ladet zur Fortsetzung der Verhandlungen über Rostschutzmittel ein.

Er erteilt als erstem Herrn **E. Camerman** das Wort zu seinem Bericht:

„Studien über Rostschutzmittel für Metallkonstruktionen“ ($XVII_3$).

H. **Camerman** gibt eine kurze Übersicht über den Inhalt seines Berichtes und der darin besprochenen Studien. Durch seine Untersuchungen ist Herr Camerman zu folgendem Resultat gekommen:

Die zu verwendende Farbe soll aus Eisenmennige bestehen, das unter Ausschluß von Terpentingeist in gekochtem Leinöl verrührt wird. Die Bemessung des beizumengenden Trockenmittels soll der Beurteilung des Arbeitsleiters überlassen bleiben.

Digitized by Google

Man erreicht auch gute Resultate, wenn man größere oder geringere Mengen von Eisenmennig durch Graphit ersetzt. In diesem Falle muß der Graphit äußerst fein pulverisiert sein und wenigstens 55% Kohlenstoff enthalten.

Die Bestimmung der mit dem Leinöl zu verrührenden Menge Farbenpulver kann dem Arbeiter überlassen bleiben.

H. **Decamps** (Brüssel) wünscht, daß die Frage über die Wirkung von Galvanisierung und Verzinnung als Rostschutzmittel einer genaueren Prüfung unterworfen werde und macht einen diesbezüglichen Vorschlag, worauf eine Resolution folgenden Wortlautes angenommen wird:

Da die Berichte über die Frage der Rostschutzmittel keine Forschungen über den Wert von Zink- und Zinnüberzug als Rostschutz für Eisen enthalten, ersucht der Kongreß den Vorstand sich mit dieser wichtigen Frage zu beschäftigen.

H. **Grittner** möchte zu den ausführlichen Versuchen und Beobachtungen des H. Camerman auch die Resultate seiner Versuche mitteilen, wobei er vorausschickt, daß diese Versuche sich auf Proben im Freien beziehen. Die Versuchsergebnisse faßt Redner wie folgt zusammen:

1. Sowohl das Sikkativ als auch das Terpentin hat auf die Haltbarkeit des Anstriches eine schädliche Wirkung. Schädlich sind hauptsächlich die Sikkative, die beinahe ausnahmslos aus Resinaten hergestellt werden.

2. Lithopon bewährt sich im Freien nicht. Der Anstrich bekommt Risse und in kurzer Zeit bemerkt man die Verwitterung des Anstriches. Ob diese Verwitterung auf eine Oxydation des Schwefelzinkes zu schwefelsaurem Zink zurückzuführen ist, wäre zu untersuchen.

3. Diejenigen Farbstoffe, welche mit Leinöl oder Leinölfirnis eine chemische Verbindung eingehen, also Bleiminium und Bleiglätte, bewähren sich sehr gut.

4. Es ist eine Tatsache, daß Eisenminium, sofern es rein ist, allein angewendet, sich sehr gut hält; wenn aber darüber eine Deckfarbe verwendet wird, deren Ausdehnung verschieden von der des Eisenminiums ist, so hält sich dieses nicht so gut wie Bleiminium.

5. Man soll eine Farbe nie allein untersuchen, sondern auf verschiedenen Grundfarben verschiedene Deckfarben verwenden und beobachten, wie sich dieselben im Freien verhalten.

Digitized by Google

H. **Joosting** (Utrecht) teilt mit, daß Versuche in Holland erwiesen haben, daß die klimatischen Verhältnisse bezüglich Haltbarkeit eines Anstriches eine große Rolle spielen. So sei z. B. die Behauptung des H. Camerman, Eisenmennig sei besser als Bleimennig, nicht allgemein gültig. Versuche in Holland haben jedenfalls erwiesen, daß Eisenmennig sich nicht als Deckfarbe eigne, weil der Anstrich schon nach dem Verlauf von zwei Jahren vollständig verdorben war.

H. **Camerman** erwidert, daß die Ursache zum Verderben vielleicht in dem angewendeten Sikkativ oder auch darin zu suchen wäre, daß der benützte Eisenmennig unrein gewesen sei.

Da H. J. Cruickshank Smith (London) und H. S. S. Voorhees (Washington) nicht eingetroffen sind, referiert der Vorsitzende H. Münter kurz über die Arbeiten dieser beiden Herren, welche in den „Mitteilungen" aufgenommen sind, u. zw. über den Bericht des H. J. Cruickshank Smith:

„Ein Wort für die internationale Erforschung von Anstrichmassen für Eisen und Stahl" ($XVII_1$)

und über den Bericht des H. S. S. Voorhees:

„Über schützende Anstriche für Eisen und Stahl" ($XVII_2$).

H. **Camerman** meint, daß es wünschenswert wäre, eine Kommission zur Prüfung der Frage der Rostschutzanstriche zu haben.

Der Vorsitzende bittet H. Camerman, die Leitung der Verhandlungen zu übernehmen, wonach H. Münter zur Verhandlung das Wort ergreift und die große Bedeutung hervorhebt, welche die Untersuchung derjenigen Farben biete, die speziell zum Anstreichen der Böden eiserner Schiffe Verwendung fänden. H. Münter macht auf die speziellen Umstände aufmerksam, die sich bei der Anwendung von Eisen in armiertem Beton geltend machen und schlägt eine Resolution vor, die mit folgendem Wortlaut angenommen wird:

Der Kongreß betrachtet es als sehr wünschenswert, daß der Frage über den Schutz des Bodens der eisernen Schiffe besondere Aufmerksamkeit gewidmet wird und gibt dem Vorstand den Auftrag, diese Frage untersuchen zu lassen. (Angenommen.)

Digitized by Google

Öle.

H. **Camerman** (Brüssel) zeigt auf Grund theoretischer Betrachtungen, daß die Zylinderöle hinsichtlich ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften einander sehr ähnlich sind und daß der große Unterschied, der zwischen ihnen besteht, von der Ölmenge abhängt, die bei der im Zylinder herrschenden Temperatur flüssig bleibt und die sich nicht so leicht in Dampfform überführen läßt.

Um den absoluten Wert eines Öles zu bestimmen, bedient sich der Redner eines Apparates, in welchem das Öl von überhitztem Dampf bei steigender Temperatur mitgerissen wird.

In diesem Destillationsapparat, wie auch bei allen anderen, haben die Gestalt und die Dimensionen des Apparates und vor allem der Untersucher selbst einen großen Einfluß auf das Schlußergebnis des Versuches.

Der in einem Kessel A erzeugte Dampf wird in B überhitzt und wirkt auf das Öl ein, das sich in einem gleichfalls erhitzten Kolben C befindet.

Das Öl wird vom Dampf bei einer je nach seiner Natur höheren oder niederen Temperatur mitgerissen. Man beobachtet den Punkt, wann dies beginnt und sammelt von da an am Ende eines Kühlapparates ein Gemenge aus Öl und Wasser in einem graduierten Rohr, wo die Scheidung sich infolge der ungleichen Dichte vollzieht.

Auf diese Art kann man die aufeinanderfolgenden Fraktionen z. B. von 10^0 zu 10^0 erhalten und eine Tabelle aufstellen, welche die bei jeder Temperatur vom Dampf mitgerissene Ölmenge angibt. Daraus kann dann leicht die Menge des nicht verflüchtigten, also bei der betreffenden Temperatur noch wirksamen Ölmenge bestimmen.

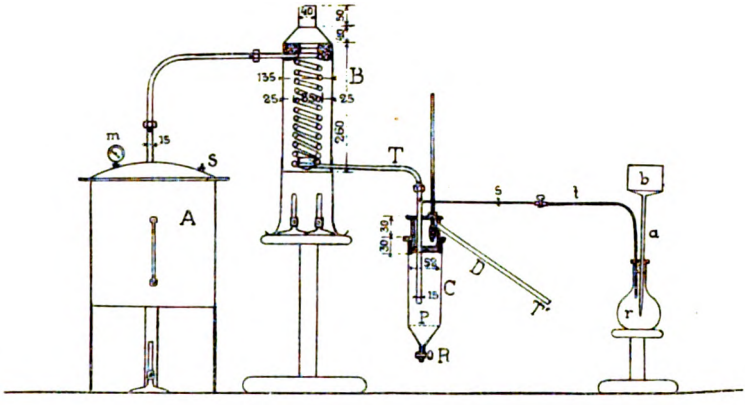
Es ist klar, daß ein Öl, das 80% beständiger Teile enthält für die Zylinderschmierung mehr Wert hat, als ein solches, das nur 40% enthält. Die Beobachtungen der Praktiker bestätigen dies.

Dieser Apparat hat den Nachteil, daß er sehr abweichende und mit dem Verhalten in der Praxis nicht immer übereinstimmende Resultate gibt — je nach der Art der Versuchsführung.

Um diesem Übelstand abzuhelfen, hat H. Nicolas, Stellvertreter des H. Camerman, den folgenden Apparat erdacht.

Digitized by Google

Dieser Apparat (s. Figur) besteht aus einem Dampferzeuger A, mit einem Manometer m und einem kleinen Sicherheitsventil s, ferner aus einem Überhitzer B, dann aus einem cylindrischen Gefäß C, in welches der erhitzte Dampf durch ein Rohr T eintritt. Der untere Teil dieses Gefäßes C endigt in einen Konus, dessen Ende einen kleinen Hahn R trägt. Der cylindrische Teil ist von dem konischen durch eine perforierte Platte P getrennt. Der obere Teil dieses Gefäßes ist beweglich und auf den cylindrischen Körper aufgeschraubt. Dieser bewegliche Teil trägt das Dampfzuführungsrohr T und ein Ablaßrohr T'. Vor der Mündung von T' befindet sich die Kugel eines auf 450° geteilten Thermometers. Ein Refrigator D dient dazu, den durch das Rohr T' vom Gefäß C kommenden Dampf zu kondensieren. Ein Ölverteiler gestattet eine



genau bestimmte Menge Öles in einer bestimmten Zeit langsam und regelmäßig einzuführen. Dieser Verteiler beruht auf dem Austritt einer genau bestimmten Quecksilbermenge durch ein Kapillarrohr am Ende des Rohres a. Das Quecksilber in b treibt eine gleiche Menge Öl vor sich hin, die im Kolben r enthalten ist. Das Öl wird durch ein dünnes Röhrchen t, das mit einem Hahn versehen ist, in das Rohr T tropfenweise eingeführt. Ein Gasregulator gestattet genau den Verbrauch des Gases an den unter dem Kessel A und dem Überhitzer B aufgestellten Bunsenbrennern zu bestimmen.

Durch diese Anordnung gestattet der Apparat Nicolas mit großer Genauigkeit und ohne daß der Beobachter das Versuchsergebnis beeinflussen könnte, den nützlichen Teil eines Cylinderöles bei der in Betracht zu ziehenden Temperatur zu bestimmen.

Digitized by Google

Nehmen wir an, es handle sich darum, den Schmierwert eines Cylinderöles für einen überhitzten Dampf von 300° zu bestimmen. Der Hahn des Rohres t ist noch geschlossen, es wird noch kein Öl eingeführt; man läßt nun durch geeignete Erhitzung einen Dampfstrom von 300° durch das Gefäß C gehen. Man kann diese Temperatur genau erreichen und leicht auf dieser Höhe erhalten, indem man den Gasdruck der Brenner auf einer im vorhinein bestimmten Höhe hält. Ist die Temperatur von 300° einmal dauernd hergestellt, so öffnet man den Hahn t und läßt das Öl in das Dampfzuführungsrohr ein. Es wird durch den Dampfstrom weitergeführt und wird sich in zwei Teile teilen, der eine Teil wird vom Dampf in den Refrigator mitgerissen, wo das Gemenge aus Dampf und Öl kondensiert wird, dieses wird in einem geteilten Siphonrohr gesammelt, wo sich das Öl vom Wasser durch seine Schwere trennt. Der zweite Teil bleibt im cylindrischen Gefäß, sammelt sich in dem unteren Konus und kann durch den Hahn R in einem graduierten Gefäß aufgefangen werden.

Der Teil, der durch den Kondensator geht, kann für die Schmierung als verloren betrachtet werden, denn im Cylinder einer Dampfmaschine entspricht er genau jenem Teile des Öles, welches durch den entweichenden Dampf in gasförmigen Zustand übergeführt wird.

Damit die Versuche mit demselben Produkt untereinander übereinstimmend seien und damit die Versuche mit verschiedenen Produkten untereinander vergleichbar seien, ist es wichtig, daß die Dampfmenge, welche durch das Gefäß C geht und die Ölmenge, welche in dieses Gefäß eintritt, in einer bestimmten Zeit immer dieselben bleiben. Die Ölmenge bleibt dieselbe, weil der Verteiler vom Apparat ganz unabhängig ist. Damit aber die Dampfmenge, die das Gefäß C durchstreift, immer dieselbe bleibe, genügt es, daß das Sicherheitsventil auf dem Dampferzeuger sich bei einem Drucke öffne, der gerade als notwendig erkannt wurde, um die gewünschte Dampfmenge im Gefäße C zu erhalten. Der überschüssige Dampf wird in die Luft entweichen gelassen. Dieses Sicherheitsventil, wenn es ein- für allemal gestellt ist, muß daher während der ganzen Dauer des Versuches blasen.

Dabei genügt es, den Regulator mit einem im vorhinein bestimmten Gewicht zu belasten, um eine bestimmte Temperatur zu erreichen. Wenn die Temperatur, welche dem auf dem Regulator

Digitized by Google

angebrachten Gewicht entspricht, nicht erreicht wäre, so könnte das nur daher rühren, daß nicht eine genügende für die normale Funktion des Apparates erforderliche Wassermenge, z. B. infolge von Verstopfungen, vorhanden ist oder daß der Überhitzer mit Ruß bedeckt ist. Es genügt dann, den Apparat zu reinigen, um den normalen Gang dann wieder rasch herzustellen. Die in dem Gefäß C erzielte Temperatur ist bei konstanter Heizung mit der Dampfmenge, welche den Überhitzer durchströmt, veränderlich. Man bemerkt daher sehr rasch, ob der Apparat normal funktioniert. Für 50 cm^3 Öl braucht man 2 Liter Wasser und der Versuch dauert 50 Minuten. Der vorkommende Fehler beträgt 1% im Maximum.

Nachdem der Redner noch über Anfrage der Herren Jacobsen (Kopenhagen) und Windfeld-Hansen (Kopenhagen) einige Auskünfte über die besprochenen Apparate erteilt, dankt der Vorsitzende H. Camerman für die sehr interessanten Mitteilungen.

Holz.

H. Prof. W. K. **Hatt** (Lafayette, Ind.) unterbreitet der Versammlung seinen Bericht:

„Über den gegenwärtigen Stand der Holzuntersuchungen in der Forstabteilung des Ackerbauministeriums der Vereinigten Staaten“ (XVI_1).

H. Hatt schlägt vor, daß die Versammlung eine Resolution annehme, die darauf abzielt, daß bei der Untersuchung von Holz nicht nur kleine, ausgewählte Probestücke, sondern auch größere Holzstücke mit den in diesen vorkommenden Fehlern und Struktur-Unregelmäßigkeiten zu berücksichtigen sind.

H. **Camerman** macht verschiedene Bemerkungen und stellt den Antrag, die Frage an eine Holzkommission zu überweisen.

Der Vorsitzende Herr **Münter** macht darauf aufmerksam, daß die Holzkommission aufgelöst ist.

H. Prof. **Martens** sympathisiert mit dem Gedanken der von H. Hatt vorgeschlagenen Versuche mit Proben von Holz im großen, bemerkt aber, daß die mit der Durchführung solcher Versuche verbundene Kostspieligkeit sich im allgemeinen hindernd in den Weg stellt.

H. Prof. **Hannover** erinnert, daß bei dem Kongreß in Brüssel dieser Vorschlag abgelehnt wurde.

Digitized by Google

H. Prof. **Martens** schlägt folgende, etwas geänderte Resolution vor, die angenommen wurde:

„Der Kongreß ernennt eine Kommission für „Holzuntersuchungen, welche sich mit den einzelnen „Landesverbänden in Verbindung zu setzen hat. „Diese Kommission hat sich speziell mit der Frage „zu beschäftigen, inwieweit es empfehlenswert wäre, „die Holzuntersuchungen nicht allein an kleinen „ausgewählten Holzproben, sondern auch an größeren „Stücken mit Fehlern und Strukturvariationen aus„zuführen."

H. Prof. **Fuji Tanaka** (Tokio) spricht über Biegeversuche mit Holz. Er verweist auf den § 37 des vom IV. Kongreß empfohlenen Verfahrens zur Holzprüfung, welcher lautet: Die Spannungen sind nach der bekannten Biegungsformel zu berechnen, unter der Annahme ihrer Gültigkeit bis zum Bruch. Dabei hatte man unter der bekannten Biegungsformel die Formel $M = {}^1/_6 fbh^2$ für rechteckige Balken verstanden. Diese Formel kann für die Berechnung der Biegefestigkeit verwendet werden unter der Annahme, daß die Inanspruchnahme bis zum Bruch der Spannung proportional und f konstant wird. Aber die Versuche zeigen, daß f durchaus nicht konstant, sondern eine Funktion von h ist und zwar wächst es, wenn h kleiner ist. So haben Versuche von Keyaki ergeben, daß f bei Balken zwischen 0·5" bis 7·00" Höhe zwischen 17·29 und 8·75 lbs pro Quadratzoll schwankt. Nimmt man also f konstant, so kann dadurch der eingeführte Sicherheitskoeffizient unter Umständen sehr klein werden, was ein Gefahrmoment in sich birgt.

Bei Annahme rechteckiger Balken und einer Lastwirkung in der Mitte des Balkens empfiehlt der Redner auf Grund seiner Studien die Formel $M = {}^1/_6 f' bh^n$. Der Redner hat nun für mehrere japanische und einige europäische und amerikanische Hölzer aus einer langen Versuchsreihe für jede Holzart die zueinander gehörigen Werte f' und n bestimmt und legt Tabellen und Grafica dem Präsidium vor. Freilich bemerkt der Redner, sind bei den Versuchen nicht die Feuchtigkeitsverhältnisse berücksichtigt worden. Er stellt aber eine Reihe von Werten auf, die für den praktischen Gebrauch genügen und von denen folgende hier genannt sein mögen.

Digitized by Google

Holzart	n	f'	h in engl. Zoll
Eiche	1·88	8·900	1·11 — 10·9
Fichte aus den Vogesen	1·80	9·100	1 11 — 12·8
Fichte von der Memel	1·83	10·500	1·0 — 12·0
Amerikanische Fichte . (American spruce)	1·62	11·00	2·0 — 13·5

Für wissenschaftliche Untersuchungen, fügt Redner bei, müßte man die beobachtete Bruchlast auf einen gewissen normalen Feuchtigkeitsgrad und auf ein gewisses mittleres spezifisches Gewicht des betreffenden Holzes zurückführen, um die exakten Werte von f' und n zu finden.

Der Redner empfiehlt daher, die Biegefestigkeit des Holzes vom rechteckigen Querschnitt nach der Formel $M = {}^1/_6\, f'\, bh^n$ zu rechnen und hofft, daß künftige Biegeversuche in diesér Richtung unternommen werden, um die Werte von f' und n genau festzustellen. Das Ergebnis wäre dann in § 37 des für Holzprüfungen empfohlenen Verfahrens aufzunehmen.

Der **Vorsitzende** dankt dem Redner für den interessanten Vortrag und die gegebenen Anregungen.

H. **Segré** (Rom), der den Verhandlungen der Sektion nicht beiwohnen konnte, ließ eine Abhandlung über die Holzprüfung bei den italienischen Staatsbahnen vorlegen.

---

3. Sitzungstag, Freitag, den 10. September 1909.

Kommandeur **Münter** eröffnet die Sitzung und erteilt Herrn Prof. **Rejtő** das Wort zu seinem Bericht über:

Wiederholte Inanspruchnahme der Papiere ($XVIII_1$).

H. Prof. **Rejtő** (Budapest) weist auf seinen Bericht hin und bemerkt, daß man bei den Papierproben sein Augenmerk anstatt auf den größten Widerstand auf die Bruchlänge und auf die prozentuelle Dehnung richtet. Diese beiden Angaben geben aber kein

Digitized by Google

sicheres Bild der für das Papier notwendigen Eigenschaften. Man hat deshalb zur Untersuchung des Papieres durch Zerknittern in der Hand gegriffen, eine Methode, die jetzt an Stelle der Biegeproben mit Hilfe der Schopperschen Maschine getreten ist.

Um den Zusammenhang zwischen der Zahl der Faltungen und der Beschaffenheit des Papiers zu bestimmen, habe er zuerst die Wirkung wiederholter Kraftbeanspruchungen in der Längsrichtung untersucht und gefunden, daß in diesem Falle die Anzahl der Wiederholungen von der Geschmeidigkeit als der Kardinalzahl abhänge, die durch das Verhältnis der Zerreißfestigkeit zu der durch die Kraft hervorgerufenen Spannung gekennzeichnet ist.

Schließlich habe der Redner die Spannung berechnet, welche bei den an der Oberfläche gelegenen Fasern während deren Faltung durch die Schoppersche Maschine auftritt. Es habe sich ergeben, daß für Papiere, deren Dicke zwischen 0·04—0·11 mm beträgt, das Verhältnis der Zerreißfestigkeit zur Spannung konstant sei.

Aus diesem Grunde hänge die Wahl der Wiederholungen auf der Schopperschen Maschine nur von der Summe der Zähigkeit und Elastizität als Kardinalzahl ab, deren Maß konstant ist. Sobald man die innere Arbeit, welche durch das Diagramm dargestellt ist, kennt, ist es möglich, die Zahl der Faltungen zu berechnen. In allen Fällen, wo sich die Schoppersche Maschine nicht anwenden lasse, würde es sich als vorteilhaft erweisen, die innere Arbeit mit in Betracht zu ziehen.

H. Prof. **Hinrichsen** (Gr.-Lichterfelde) stellt anheim, daß der Verband auch die Prüfung von Tinte in sein Programm aufnehme.

Tinte ist schon früher sowohl in Amerika als auch in Dänemark geprüft worden und Prüfungen in derselben Richtung sind jetzt auch in Gr.-Lichterfelde eingeleitet worden.

Kautschuk (XV_2).

Zum Bericht „Beitrag zur mechanischen Prüfung von Weichgummi von K. Memmler und A. Schob (XV_2).

H. Prof. **Heyn** (Gr.-Lichterfelde) erstattet Bericht über die in Gr.-Lichterfelde ausgeführten Versuche über die Festigkeit von Weichgummi. Diese Versuche sind sowohl mit Stäben als mit Ringen ausgeführt worden und Prof. Heyn macht auf die im Saale ausgestellte, lehrreiche Sammlung zerrissener Probestücke aufmerksam. Im übrigen verweist H. Heyn auf einen gedruckten

Digitized by Google

Bericht, der an die Anwesenden verteilt worden war und macht auf verschiedene Schwierigkeiten bei der Ausführung der Versuche, insbesondere mit stabförmigen Probekörpern, aufmerksam, u. a. auf diejenigen, die mit dem Festspannen der Probestäbe verbunden sind. H. Heyn empfiehlt deshalb die Ringprobe als zuverlässiger und leichter ausführbar.

H. Prof. **Hannover** (Kopenhagen) fragt, ob nicht das Ausschneiden der Probestücke Schwierigkeiten verursacht, weil die Messer ja leicht stumpf werden, wodurch die Probestücke beschädigt werden.

H. Prof. **Heyn** bemerkt, daß man zwar früher bei dem Ausschneiden der Probestücke Schwierigkeiten gehabt habe, daß dieselben aber nunmehr beseitigt seien.

H. Prof. **Martens** (Gr.-Lichterfelde) ist mit H. Prof. Hannover darin einig, daß eine kleine, durch Fehler in dem Messer verursachte Beschädigung des Gummis einen großen Einfluß auf das Resultat ausübt, weshalb das Ausschneiden der Probestücke die allergrößte Sorgfalt erfordert. Dies gilt natürlich sowohl für die Stäbe als auch für die Ringe. Der Sicherheit halber wird jedes einzelne Stück nachgemessen und mit einer Schablone verglichen. Nachdem man jetzt angefangen hat, beim Ausschneiden der Probestücke Karton als Unterlage zu benützen, halten die Messer weit besser.

H. **Jacobsen** (Kopenhagen) macht aufmerksam, daß ein Gummi, welches sich bei der Analyse gut erwiesen hat, sich im Betrieb ziemlich schlecht bewähren könne. Dies rühre stets davon her, daß das Gummi nicht in richtiger Weise vulkanisiert worden sei. Er habe einen kleinen Apparat konstruiert, um zu prüfen, ob ein Gummi die genügende Elastizität besitzt oder vielleicht plastisch ist, was immer der Fall ist bei ungenügender Vulkanisation.

Der Apparat bestehe aus einer Zange mit Spitzen, die in Halbkugeln enden. Mittels einer Spiralfeder werden die Halbkugeln unter einem ganz starken Druck gegen die ganz kleine Gummiprobe gedrückt. Die Proben bestehen aus kleinen Scheiben von zirka 5 mm Dicke. Wenn nun der ganze Apparat in einem Trockenschrank oder in einer Autoklave erhitzt wird, machen die Kugeln einen geringeren oder größeren permanenten Eindruck in die Gummiproben je nach der größeren oder geringeren Elastizität.

Digitized by Google

Der Hauptvorteil dieses Apparates bestehe darin, daß man nur ganz kleine Gummistücke verwende und daß man die Erwärmung selbst unter größerem Dampfdruck sehr leicht vornehmen könne. Jacobsen glaubt, daß sich der Apparat sehr gut für Betriebslaboratorien eignen dürfte, wenigstens habe er gute Resultate erzielt. In der Praxis sei es überhaupt unmöglich, große regelmäßige Stücke der zu prüfenden Gegenstände auszuschneiden.

H. Prof. **Martens** bemerkt hiezu, daß der von H. Jacobsen erwähnte Apparat an und für sich beachtenswert sei, daß aber das Materialprüfungsamt gezwungen sei, andere Verfahrungsweisen zu benützen, um bestimmte Zahlen zu schaffen, damit die Resultate verschiedener Versuchsstellen vergleichbar werden.

Da hiemit die Tagesordnung erschöpft ist, erklärt der Vorsitzende, H. Kommandeur **Münter**, die Verhandlungen für abgeschlossen und dankt den Anwesenden für die lebhafte Teilnahme an der Diskussion und für die wertvollen Beiträge, die zur Lösung der behandelten Fragen geleistet worden sind. H. Münter dankt den Schriftführern für ihre tüchtige Arbeit und schließt mit den Worten: „Die Herren sind sicher mit mir darin einig, daß wir einige höchst interessante Stunden verbracht haben und daß Sie einer Veranstaltung beigewohnt haben, die wahrhaftig als ein Fest der Intelligenz bezeichnet werden kann."

Darauf ergreift H. **Camerman** das Wort, um dem Vorsitzenden für die meisterhafte Art, in der er die Verhandlungen leitete, den Dank auszusprechen, dem die Versammlung unter lebhaftem Beifall zustimmt.

Digitized by Google

Zweite Vollversammlung, Sonnabend, den 11. September.

Abgehalten im großen Festsaal des Rathauses.

Beginn der Sitzung: 10 Uhr vormittags.

Der **Präsident Herr Ing. Foß** eröffnet die Sitzung und teilt mit, daß er im Namen des Kongresses an Seine königliche Hoheit den Kronprinzen nach Lyngby folgendes Telegramm gerichtet habe:

»Der V. Kongreß für die Materialprüfungen der Technik »beehrt sich Euerer königlichen Hoheit den aufrichtigsten Dank »zu übermitteln für die dem Kongresse durch die Übernahme »des Ehrenpräsidiums erwiesene Auszeichnung sowie für das der »Arbeit des Kongresses gewidmete Interesse, welches Eure »königliche Hoheit in der Eröffnungssitzung zum Ausdruck »gebracht haben. Der Präsident des Kongresses Alex. Foß.«

Auf dieses Telegramm ist folgende Antwort eingelangt:

»Lyngby, 12. September 1909. Herrn Ingenieur Foß. Ich »bitte Sie, den Mitgliedern des Kongresses meinen herzlichsten »Dank und Gruß zu übermitteln, indem ich den Wunsch beifüge, »daß die Mitglieder außer den sachlichen Erfolgen auch gute »Erinnerungen an den Aufenthalt in Dänemark mitnehmen «mögen. Kronprinz Christian.« (Lebhafter Beifall.)

Der **Präsident Herr Ing. Foß** unterbreitet unter Hinweis darauf, daß durch die Herausgabe eines eigenen Verbandsorganes, der „Mitteilungen" eine Statutenänderung notwendig geworden ist, im Namen des Vorstandes folgenden Antrag zur Genehmigung:

Mit Rücksicht darauf, daß die Baumaterialienkunde nicht mehr erscheint und der Vorstand die »Mitteilungen« an alle Mitglieder unentgeltlich verteilt, ist im § 6 der Statuten die Stelle: Gegen Zahlung des vereinbarten Preises, samt Fußnote zu streichen. (Angenommen.)

Digitized by Google

Der Präsident teilt ferner mit, daß die gegenwärtigen Einnahmen des Verbandes nicht genügen, um ihm eine genügende finanzielle Grundlage für seine weitere Tätigkeit, wie sie namentlich durch die Herausgabe der dreisprachigen Mitteilungen vorgezeichnet ist, sicherzustellen. Der Vorstand habe daher von seinem statutenmäßigen Rechte Gebrauch gemacht und den Mitgliedsbeitrag von 7·5 Frcs. auf 10 Frcs. ab 1. Jänner 1910 erhöht. Da aber auch diese Erhöhung der Einnahmen selbst bei der Beobachtung der strengsten Ökonomie für die Durchführung der großen, dem Verbande obliegenden Aufgaben nicht ausreicht, hat der Vorstand sich bestimmt gesehen, der Vollversammlung folgende Resolution zu unterbreiten, um deren Annahme er hiermit bittet:

Mit Rücksicht auf die große Bedeutung für die öffentliche Sicherheit, welche den Arbeiten des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik innewohnt, und mit Rücksicht auf die Notwendigkeit, diese Arbeiten in immer weiteren Kreisen bekannt zu machen und die finanzielle Grundlage für diese Tätigkeit sicherzustellen: beschließt der Kongreß, den Vorstand zu beauftragen, die Aufmerksamkeit der Regierungen und öffentlichen Körperschaften, ferner wissenschaftlicher und industrieller Unternehmungen auf die Tätigkeit des Internationalen Verbandes in erhöhterem Maße, als dies bisher der Fall war, hinzulenken und sie zu veranlassen, ihr Interesse für die Verbandsarbeiten durch eine wirksame finanzielle Unterstützung zu bekunden.

Die Resolution wird mit lebhaftem Beifall angenommen.

Hierauf ladet der Präsident die Vorsitzenden der drei Sektionen ein, die Sektionsbeschlüsse dem Kongreß zu unterbreiten.

Herr **Direktor O. Busse** als Präsident der Sektion A bringt die folgenden Sektionsbeschlüsse zur Verlesung und bittet um deren Annahme. Über die Beschlüsse wird einzeln abgestimmt und werden dieselben angenommen.

Digitized by Google

Metalle.

Metallographie.

Anschließend an die Mitteilung des H. Rosenhain, der die Wichtigkeit der Frage der Schlackeneinschlüsse in den metallurgischen Produkten behandelt, wünscht der Kongreß die Ernennung einer Kommission für das Studium der Verfahren zur Bestimmung der Einschlüsse, ihres Einflusses auf die mechanischen Eigenschaften der metallurgischen Produkte und für das Studium der Frage in ihrem ganzen Umfange.

Härteprüfung.

Der Kongreß ersucht den Vorstand, dafür Sorge zu tragen, daß dem nächsten Kongreß im Zusammenhang mit der Frage der Härteprüfung durch Kugel- und Kegeldruckproben auch über die Aufsuchung einheitlicher Proben für die Widerstandsfähigkeit der Metalle gegen mechanische Abnutzung Bericht erstattet, eventuell eine Kommission mit dem Studium der Frage betraut werde.

Schlagproben.

A. Um die Ergebnisse der Schlagbiegeproben mit eingekerbten Stäben leichter vergleichbar zu machen, empfiehlt der Kongreß die Anwendung folgender Vorschriften dort, wo sich nicht besondere Umstände entgegenstellen.

1. Die Schlagbiegeprobe mit eingekerbten Stäben gestattet die Bestimmung der spezifischen Brucharbeit oder Resilience, bezogen auf den Quadratzentimeter des Kerbquerschnitts.

2. a) Die in Stücke von genügenden Dimensionen geschnittenen Stäbe haben $30 \times 30 \times 160$ mm, sie sind auf 15 mm eingeschnitten, die Kerbe ist zylindrisch mit 2 mm Radius.

b) Für gewalztes Eisen wie Bleche haben die Stäbe die Dicke des Blechs, dessen Flächen erhalten sind, und eine Breite von 30 mm. Sie sind auf 15 mm eingeschnitten, der Einschnitt, senkrecht auf die Walzflächen, ist am Boden zylindrisch mit 2 mm Radius.

c) Für Stücke, die nicht die Verwendung von Stäben von 30×30 gestatten, haben die Probestäbe 10×10 mm. Sie sind auf 5 mm eingeschnitten. Der Boden des Einschnitts ist zylindrisch mit $^2/_3$ mm Radius.

d) Die Dimensionen des verwendeten Probestabes müssen immer angeführt werden.

Digitized by Google

3. Die Stäbe werden auf Biegung erprobt, indem auf ihre Mitte, auf der dem Einschnitt entgegengesetzten Seite, der Schlag des Bären mit einem Hammer ausgeübt wird, der in eine Schneide mit einer Abrundung von 2 mm endigt. Die Stäbe ruhen auf Schneiden, die für die Typen a) und b) 120 mm, für die Type c) 40 mm entfernt sind.

4. Der Bruch der Probestabes muß auf einen Schlag erfolgen u. zw. mittelst einer Vorrichtung, die die Messung der Brucharbeit gestattet.

5. Die Temperatur soll, wenn möglich, zwischen 15 und 25° C. betragen und muß immer mit den Versuchsergebnissen angegeben werden.

B. Der Kongreß empfiehlt die Ernennung einer Kommission behufs Sammlung von Versuchsergebnissen, welche gestatten würden, eine Beziehung herzustellen zwischen den durch die Versuche erhobenen Eigenschaften der Versuchsstücke und ihrem Verhalten im Gebrauch. Die Kommission hätte auch den Vergleich der verschiedenen Vorrichtungen zu studieren.

Dauerversuche.

Der Kongreß nimmt die vorgelegten Berichte dankend zur Kenntnis.

Gußeisenprüfung.

Der Kongreß empfiehlt, die der Kommission 25 zugewiesene Aufgabe (Aufstellung einheitlicher Prüfungsmethoden für Gußeisen und Gußwaren) der Kommission I zuzuweisen.

Einfluß erhöhter Temperatur auf die mechan. Eigenschaften der Metalle.

Der Kongreß nimmt die Arbeit des Herrn Prof. Rudeloff unter Ausdruck seines Dankes für den vorzüglichen Bericht zur Kenntnis.

Elektrische und magnetische Eigenschaften für die Metallprüfung.

Der Kongreß empfiehlt die Ernennung einer Kommission für das Studium der Verwendung der elektrischen und magnetischen Eigenschaften der Metalle zu deren Prüfung.

Digitized by Google

Einheitliche Lieferungsbedingungen für Eisen und Stahl.

Der V. Kongreß begrüßt die Arbeiten des Unterausschusses Ia mit Freuden; er erkennt die in der Drucksache $VIII_1$ niedergelegten Grundsätze im allgemeinen an und beschließt, die Kommission I (Sub-Kommission Ia) möge ihre dankenswerten Arbeiten im Einvernehmen mit den Landesverbänden fortsetzen und tunlichst dem VI. Kongreß bestimmte Vorschläge über die Grundlagen internationaler Lieferungsverträge vorlegen.

Roheisen.

Um die Eigenschaften des Roheisens genauer zu präzisieren, als dies gegenwärtig durch die Klassifizierung mittels des Bruchaussehens möglich ist, empfiehlt der Kongreß, daß die Kommission I (Unterausschuß Ia) beauftragt werde, in den verschiedenen bezüglichen Ländern zu erheben, inwieweit die analytische Methode statt der bestehenden nach Bruchaussehen eingeführt werden kann und daß die Kommission ermächtigt werde, Schritte zu unternehmen, die geeignet sind, eine Lösung dieser Frage herbeizuführen.

Nomenklatur von Eisen und Stahl.

Der Kongreß nimmt den Bericht der Kommission 24 über Nomenklatur von Eisen und Stahl mit dem Ausdruck wärmsten Dankes zur Kenntnis. Er empfiehlt, daß die Kommission weiter bestehen bleibe und daß sie bis zum nächsten Kongreß eine Revision der Vorschläge auf einheitliche Nomenklatur vornehme, in welcher die weiteren Fortschritte hüttentechnischer Natur, ferner Anregungen von nationalen Verbänden Berücksichtigung finden. Der Kongreß stimmt der von Herrn Le Chatelier vorgelegten Liste von Definitionen über die Gefügebestandteile zu.

Lieferungsvorschriften für Kupfer.

Der Kongreß spricht für die Arbeit der Kommission 38 seinen Dank aus und stimmt dem Antrag der Kommission zu, daß ihre Aufgabe auch über die Lieferungsbedingungen aller Kupferlegierungen ausgedehnt werde.

Normen für schmiedeiserne Röhren.

Der Kongreß nimmt mit Dank die wertvolle Arbeit des Herrn Karsten über Normen für schmiedeiserne Röhren zur Kenntnis und überweist sie der Kommission I zur Überprüfung und Vorlage eines Berichtes bis zum nächsten Kongreß. Dabei wäre die Frage des Gewindes auszuschalten.

Digitized by Google

Herr **Kapitän Grut** teilt als Präsident der Sektion B die folgenden Beschlüsse zur Genehmigung mit. Die Beschlüsse werden im einzelnen verlesen und angenommen.

Vor der Verlesung des Beschlusses über die Volumbeständigkeit der Zemente bemerkt Herr Kapitän Grut, daß dieser Beschluß in der Sektion unter Protest der Mitglieder aus Deutschland angenommen worden ist. Der Verbandspräsident macht ferner aufmerksam, daß die in dem Beschlusse über Normalsand genannte Frage bereits von der Kommission 42 behandelt wird.

Zement, Beton, Steine.

Eisenbeton.

Der Kongreß dankt der Kommission 41 für die schon ausgeführte Arbeit und fordert sie auf, auf dem von Prof. Schüle angegebenen Weg weiter zu arbeiten; der Kongreß drückt gleichzeitig den Wunsch aus, daß die Kommission von den zuständigen Behörden und Körperschaften finanziell unterstützt werde.

Plastische Mörtel.

Der Kongreß dankt der Kommission 42 für die gegebenen Mitteilungen und fordert sie auf, auf dem eingeschlagenen Weg weiter zu arbeiten, unter Berücksichtigung der Resultate der ungarischen Kommission, welcher der Kongreß seinen wärmsten Dank ausdrückt. Der Kongreß hofft, daß die Kommission bis zum nächsten Kongreß eine definitive Methode für die Anwendung plastischer Mörtel im Prüfungswesen vorlegen kann.

Volumenbeständigkeit.

Der Kongreß beschließt, das Le Chateliersche Verfahren als normale beschleunigte Volumenbeständigkeitsprobe für Zemente zu empfehlen*).

Beschleunigte Festigkeitsproben.

Die zahlreichen angeführten Versuchsergebnisse der Warmwasserprobe sind so widerspruchsvoll, daß sie zu unverlässig erscheint, um für Schnellproben zur Konstatierung der Festigkeit der hydraulischen Bindemittel dienen zu können.

Der Kongreß erkennt daher derzeit den Antrag für gerechtfertigt, die Frage nach der Benützbarkeit der Warmwasserprobe

*) Siehe Bemerkung des H. Kapitän Grut bezüglich Protestes der deutschen Mitglieder.

Digitized by Google

zur beschleunigten Festigkeitsprüfung von hydraulischen Bindemitteln nicht weiter zu verfolgen.

Dagegen haben die Versuche des Herrn Deval aufs neue ergeben, wie wertvoll diese Probe werden kann, um über die Neigung der Zemente zu Blähungen und Blasenbildungen aufzuklären.

Feinstes Mehl im Portlandzement.

Der Kongreß ersucht die Kommission 30 auf dem eingeschlagenen Weg weiterzuarbeiten und dem nächsten Kongreß die Resultate ihrer Arbeit vorzulegen.

Verfahren zur Prüfung der Zemente.

Der Kongreß gibt § 3, c des am Brüsseler Kongreß empfohlenen Verfahrens für Prüfung von Zement folgende neue Fassung:

Mit dem angemachten Brei füllt man sogleich einen auf einer Glasplatte angebrachten konischen Metallring, dessen unterer Durchmesser 7·5 cm, dessen oberer 8·5 cm und dessen Tiefe 4 cm beträgt. Man streicht dann den oberen Teil mit dem Messer ab, wobei jede Einsenkung und Rüttelung zu vermeiden ist.

Gips.

Der Kongreß beschließt, die Frage der Gipsprüfung auf den nächsten Kongreß zu vertagen.

Puzzolane.

Der Kongreß beschließt, die Frage der Prüfung der Puzzolane auf den nächsten Kongreß zu vertagen.

Normalsand.

Der Kongreß wünscht, daß eine Kommission untersuche, ob es möglich ist, einen internationalen Normalsand anzugeben und, wenn das nicht der Fall ist, Aufschlüsse über den vergleichbaren Wert der verschiedenen Sorten Normalsand von verschiedenen Ländern zu sammeln.

Zement in Meerwasser.

Der Kongreß empfiehlt die Einsetzung einer kleinen Kommission. Diese habe:

a) bis zum Dezember 1910 irgend welche noch nötige Auskünfte und Ergänzungen zu erhalten bezüglich der vorliegenden Berichte,

b) diese Berichte und Ergänzungen zusammenzufassen und die Resultate im Auszug dem nächsten Kongreß vorzulegen,

Digitized by Google

c) Aufschlüsse zu sammeln über das Einwirken von Seewasser auf Portlandzement-Bauten, die vor mehr als 25 Jahren gebaut worden sind,

d) verschiedene Proben zu machen in der Art, wie Herr Leduc sie angeregt hat.

Wetterbeständigkeit der Steine.

Es werde eine Kommission eingesetzt zur Untersuchung des Einflusses der Mörtelzusammensetzung und der Qualität der Bausteine auf die Wetterbeständigkeit des Mauerwerks.

Herr **Kommandeur Münter** als Präsident der Sektion C legt folgende Beschlüsse der Sektion C zur Annahme vor. (Dieselben werden angenommen.)

Diverses.

Holz.

Der Kongreß empfiehlt die Ernennung einer Kommission für Holzuntersuchungen, welche sich mit den einzelnen Landesverbänden in Verbindung zu setzen hat. Diese Kommission hat sich speziell mit der Frage zu beschäftigen, inwieweit es empfehlenswert wäre, die Holzuntersuchungen nicht allein an kleinen ausgewählten Holzproben, sondern auch an größeren Stücken mit Fehlern und Strukturvariationen auszuführen.

Rostschutzmittel.

Da die Berichte über Rostschutzmittel keine Forschungen über den Wert von Zink- und Zinnüberzug als Rostschutz für Eisen enthalten, ersucht der Kongreß den Vorstand, sich mit dieser wichtigen Frage zu beschäftigen.

Der Kongreß betrachtet es als sehr wünschenswert, daß der Frage über den Schutz des Bodens der eisernen Schiffe besondere Aufmerksamkeit gewidmet wird, und gibt dem Vorstand den Auftrag, diese Frage untersuchen zu lassen.

Der **Präsident** bittet die Herren Kassarevisoren, Bericht über die Revision der Bücher zu erstatten.

Herr **Ingenieur Bienfait** verliest folgenden Bericht:

Die unterfertigten Kassarevisoren haben die Ausgaben und Einnahmen des Verbandes für die Periode vom 1 Jänner

Digitized by Google

1906 bis 31. Dezember 1908 mit den Büchern des Zentralbureaus verglichen, ferner diese Bücher auch für die weitere Periode bis zum 1. September 1909 überprüft und richtig befunden. Der Stand der Zentralkassa belief sich am 1. September 1909 auf K 3952·30, welche laut Bestätigung der allgemeinen Depositenbank in Wien daselbst im Depot erliegen. Die Revisoren schlagen daher vor, dem Präsidenten die Entlastung zu erteilen und dem Generalsekretär für die sorgfältige Kassaführung die Anerkennung auszusprechen.

Bienfait m. p. Granfelt m. p. Lund m. p.

(Der Antrag wird angenommen.)

Der **Präsident** bringt nun die Wahl für den Ort und den Zeitpunkt des nächsten Kongresses zur Verhandlung und teilt mit, daß dem Kongresse zwei Einladungen vorliegen. Der amerikanische Verein für die Materialprüfung hat den Verband durch seinen Präsidenten Herrn Ch. B. Dudley die Einladung für den VI. Kongreß für das Jahr 1912 übermittelt, während die russische Regierung durch Exz. Belelubsky eine Einladung zum VII. Kongreß zukommen ließ. Der Vorstand habe sich mit den liebenswürdigen Einladungen beschäftigt und habe gewiß den Gefühlen des Kongresses entsprochen, indem er bereits den wärmsten Dank für beide Einladungen zum Ausdruck gebracht hat. Der Präsident schlägt daher dem Kongreß die Annahme folgender Beschlüsse vor:

Der Kongreß beschließt, den VI. Kongreß über Einladung des amerikanischen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik im Herbste 1912 in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika abzuhalten. (Brausender Beifall.)

Der Kongreß hat die von Sr. Exz. Herrn Prof. Dr. Ing. N. Belelubsky übermittelte Einladung der russischen Regierung, den VII. Kongreß in St. Petersburg abzuhalten, mit großem Danke und mit Sympathie angenommen. (Brausender Beifall.)

Der **Präsident** konstatiert mit Freuden die Einstimmigkeit und die Begeisterung, mit welcher beide Anträge angenommen

Digitized by Google

wurden und insbesondere welche Sympathie der Einladung des amerikanischen Vereines für den nächsten Kongreß entgegengebracht wurde. Es werde wohl manchem der Herren schwer werden, die Zeit zu dieser so weiten Reise zu finden. Aber es werde niemand die große Bedeutung verkennen, die in dem Zusammenarbeiten der amerikanischen und europäischen Fachwelt, in der Vereinigung der beiderseitigen Interessen und wissenschaftlichen Studien liegt. Ja, man dürfe in der liebenswürdigen Einladung des amerikanischen Verbandes den Ausdruck dafür sehen, daß die amerikanischen Genossen den Wunsch haben, jenen in Europa auch auf dem Gebiet dieser Bestrebungen näher zu kommen. Der Präsident glaubt daher der Denkweise aller Anwesenden zu entsprechen, wenn er die Einstimmigkeit dieser begeisterten Aufnahme der amerikanischen Einladung mit diesem hocherfreulichen Anzeichen in Verbindung bringt.

(Lebhafter Beifall.)

Hierauf unterbreitet der Präsident dem Kongreß den Antrag des Vorstandes, **den hochverehrten Herrn Präsidenten des amerikanischen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik, den hochgeschätzten amerikanischen Forscher Herrn Dr. Charles B. Dudley zum Präsidenten des Verbandes zu wählen.** (Minutenlanger, begeisterter Beifall.)

Der **Präsident** zu Herrn Dr. Dudley: „Nun sehen Sie, lieber Herr Dudley, mit welcher Sympathie Ihre Wahl aufgenommen worden ist. (Lebhafter Beifall.)

Herr Dr. **Dudley** bittet verzeihen zu wollen, daß er heute nur englisch spreche, bis zum nächsten Kongreß werde das besser werden. Er danke allen vom Grunde des Herzens für diese große Ehre. Er habe sein Leben in Materialprüfungen verbracht und nun, da er dem Ende seines Lebenswerkes entgegengehe, habe ihm der Verband die größte Auszeichnung verliehen, die ihm je zuteil wurde. Bezüglich des nächsten Kongresses möchte er nur sagen, daß die Amerikaner alles aufbieten werden, um ihn zu einem erfolgreichen zu machen und wenn der Erfolg ebenso groß sein werde, wie der seiner dänischen Freunde unter der Führung des scheidenden Präsidenten Foß, so sei er sicher, daß alle Kongreßmitglieder mehr als befriedigt sein werden.

(Lebhafter Beifall.)

Digitized by Google

Exzellenz **Belelubsky** dankt für die Sympathie, mit welcher der Einladung, den VII. Kongreß in Petersburg abzuhalten, zugestimmt wurde. Die Vertreter der russischen Regierung, wie die anderen russischen Mitglieder des internationalen Verbandes hoffen und wünschen, daß dieser Einladung gerne Folge geleistet werden wird und versichern, daß die russischen Kollegen bezüglich Arbeitsorganisation und Veranstaltungen das Beste tun werden.

(Beifall.)

Der **Präsident Herr Foß** verliest folgendes Schreiben, welches ihm soeben von der amerikanischen Botschaft in Kopenhagen, gerichtet an Herrn Wm. R. Webster, überreicht wurde:

»Hochgeehrter Herr! Indem ich auf unsere heutige »Besprechung Bezug nehme, bitte ich Sie, den Präsidenten »des Internationalen Verbandes für die Materialprüfung »der Technik zu verständigen, daß, wenn die Abhaltung »des nächsten Kongresses in den Vereinigten Staaten be»schlossen wird, es mir eine Freude bereiten wird, unsere »Regierung sofort zu verständigen und sie zu ersuchen, »daß sie den Mitgliedern möglichst entgegenkommen möge, »um ihren Besuch ebenso interessant wie nützlich zu »gestalten.«

Ihr sehr ergebener

Maurice Francis Egan,
Botschafter.

(Lebhafter Beifall.)

Der **Präsident** bringt hierauf das Ergebnis der Neuwahl in den Vorstand zur Kenntnis des Kongresses. Er erinnert zunächst an den schmerzlichen Verlust, den der Verband durch das Hinscheiden des Vorstandsmitgliedes für Groß-Britannien Herrn Bennett H. Brough erlitten hat, der durch seine außerordentliche Tätigkeit das Verständnis für die Aufgaben des Verbandes in Groß-Britannien so wesentlich gefördert hat. Er bitte die Anwesenden, sich zum Zeichen der Trauer von den Sitzen zu erheben. (Geschieht.) An die Stelle des Herrn Brough ist der Sekretär des Iron and Steel Institute Herr G. C. Lloyd von den britischen Mitgliedern in den Vorstand entsendet worden, den der Präsident aufs herzlichste willkommen heiße.

In Ungarn habe Herr Ministerialrat C. von Banovits aus Gesundheitsrücksichten seine Vorstandstelle nach langem, ver-

Digitized by Google

dienstvollen Wirken für den Verband niederlegen müssen. An seine Stelle ist Herr Hofrat Professor A. Rejtő getreten. In Schweden ist die provisorische Vertretung des durch Berufsgeschäfte verhinderten Herrn G. Dillner durch Herrn Direktor J. O. Roos af Hjelmsäter zu einem dauernden Ersatz geworden, indem Herr Roos aus der Wahl einstimmig als Vorstandsmitglied hervorging. Der Präsident heißt auch die beiden Herren im Vorstande herzlich willkommen. (Beifall.) Die neue Liste der Vorstandsmitglieder ist demnach folgende:

Bleibendes Vorstandsmitglied:

Herr Dr. techn. *Franz Berger,* k. k. Sektionschef im Ministerium für öffentliche Arbeiten, Stadtbaudirektor a. D., Wien.

Gewählte Vorstandsmitglieder:

Belgien: H. *A. Greiner,* Generaldirektor der Société John Cockerill, Seraing, Belgien.

Dänemark: H. *H. I. Hannover,* Pofessor der techn. Hochschule und Direktor der staatl. Materialprüfungsanstalt, Kopenhagen.

Deutschland: H. Dr. Ing. *A. Martens,* Professor, Geh. Ober-Reg.-Rat, Mitglied der kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Direktor des kgl. Materialprüfungsamtes in Gr.-Lichterfelde.

Frankreich: H. *A. Mesnager,* ingénieur en chef des ponts et chaussées, directeur des Laboratoires à l'Ecole des ponts et chaussées, Paris.

Groß-Britannien: H. *G. C. Lloyd,* Secretary of the Iron and Steel Institute, London, S. W.

Holland: H. *L. Bienfait,* Ingenieur, Mitinhaber der Materialprüfungsanstalt Koning & Bienfait, Amsterdam.

Italien: H. *J. Benetti,* ingénieur, professeur et directeur de l'Ecole R. d'application pour les ingénieurs, Bologna.

Norwegen: H. *S. A. Lund,* Abteilungsingenieur der General-Direktion der norwegischen Staatsbahnen, Christiania.

Österreich: H. *B. Kirsch,* k. k. o. ö. Professor und Vorstand des mech.-techn. Laboratoriums der technischen Hochschule, Wien.

Rumänien: H. *Constantin M. Mironesco,* inspecteur général, directeur de l'Ecole des ponts et chaussées, Bucarest.

Digitized by Google

Rußland: H. Dr. Ing. *N. Belelubsky,* Exz., Geh. Rat, Mitglied des Ingenieurrates im kais. Wegebau-Ministerium, em. Prof, Direktor des mechan. Laboratoriums am kais. Institut für Wegebau-Ingenieure in St. Petersburg.

Schweden: H. *J. O. Roos af Hjelmsäter,* Direktor der Materialprüfungsanstalt an der techn. Hochschule in Stockholm.

Schweiz: H. *F. Schüle,* Professor am eidgen. Polytechnikum, Direktor der eidgen. Materialprüfungsanstalt in Zürich.

Spanien: H. *J. Marvà y Mayer,* général du génie, Chef de Section au Ministère de la Guerre, de l'Académie Royale des Sciences exactes, physiques et naturelles Madrid.

Ungarn: H. Hofrat *A. Rejtö,* Professor an der technischen Hochschule, Budapest.

Vereinigte Staaten von Nordamerika: Dr. *Chas. B. Dudley,* Chemist, Pennsylvania Railroad, Altoona, Pa.

Folgende Herren haben freundlichst zugesagt, auch weiterhin ihr Amt als Vertrauensmänner des Vorstandes in ihrem Lande weiterzuführen.

Australien: H. *W. H. Warren,* M. Inst. C. E., M. Am. Soc. C. E., Challis, Professor of Engineering, University of Sydney.[1])

Finland: H. *A. Granfelt,* Direktor der finländischen Staatseisenbahnen, Helsingfors.

Luxemburg: H. *E. Bian,* Directeur des Usines de Dommeldange et des Forges d'Eich, Dommeldingen.

Portugal: H. *J. da P. Castanheiro das Neves,* ingénieur, directeur des études et essais des matériaux de construction, Lisbonne.

Serbien: H. *M. Milasinovic,* Vize-Direktor der königl. serbischen Staats-Eisenbahnen i. R., Belgrad.

Herr Dr. **Franz Berger** fühlt sich verpflichtet, dem Gefühle Ausdruck zu geben, das alle Anwesende beseelt, nämlich dem

[1]) Während der Abfassung dieses Protokolles kam aus Australien die erfreuliche Nachricht, daß dort die Mitgliederzahl, die für die Delegierung eines Vorstandsmitgliedes erforderliche Zahl von 20 weit überschritten hat und daß Herr Professor W. H. Warren, Professor der Universität in Sydney, der bisherige Vertrauensmann, zum Vorstandsmitglied von Australien gewählt worden ist.

Digitized by Google

Gefühle des wärmsten Dankes für die Durchführung des eben zu Ende gehenden Kongresses. Alle seien dem Organisationskomitee in Kopenhagen zu außerordentlichem Danke verpflichtet, weil es nicht nur den Boden für die wissenschaftlichen Arbeiten so gut vorbereitet hat, sondern auch so viele genußreiche und lehrreiche Veranstaltungen getroffen hat. Er denke dabei vor allem an die geschäftsführenden Präsidenten der Sektionen und an die Schriftführer, welche in hingebungsvollster Weise ihres Amtes gewaltet haben. Vor allem danke er aber dem abtretenden Präsidenten Herrn Foß. (Stürmischer, langanhaltender Beifall.) Dieser Beifall enthebe ihn jedes weiteren Wortes, er möge aber noch konstatieren, daß der Vorstand soeben in seiner letzten Sitzung von seinen statutarischen Rechten Gebrauch gemacht hat und Herrn Foß die höchste Ehre erwiesen hat, die er zu erweisen imstande war, indem er ihn zum bleibenden, lebenslänglichen Mitglied des Vorstandes erwählte. Indem er dies zur Kenntnis der Versammlung bringe, wolle er seinem Dank besonderen Ausdruck verleihen. (Stürmischer Beifall.)

Herr **A. Greiner** weist auf die großartige Organisation hin, die allen Veranstaltungen zugrunde gelegen sei, auf die spielende Leichtigkeit, mit der alles ablief, alle Arbeiten, alle Exkursionen, alle anderen Veranstaltungen. Man dürfe nicht die Arbeit übersehen, die eine solche Organisation erfordert, die große Arbeit der Präsidenten der Sektionen und der Präsidenten der verschiedenen Lokalkomitees. Er erinnere nur daran, daß im letzten Momente, als alles vorbereitet war, die Verhandlungssäle gewechselt werden und vom Parlament ins Rathaus übersiedeln mußten. Auch er lade die Anwesenden ein, den einzelnen Präsidenten und besonders Herrn Foß, dem „Generalpräsidenten", für ihre große Mühe zu danken und für die wunderbare Organisation, die sie diesem Kongresse gegeben. Er wolle auch in seiner Muttersprache, der französischen, wie es Herr Berger in der deutschen getan, die Ehrung bekanntgeben, die der Vorstand Herrn Foß durch Ernennung zum bleibenden Vorstandsmitgliede erwiesen hat. (Lebhafter Beifall.)

Herr **W. R. Webster** wünscht dem Generalsekretär für die große Mühewaltung und für die gute Geschäftsführung, mit welcher er vor allem die Veröffentlichung der Kongreßschriften besorgte, zu danken. (Lebhafter Beifall.)

Digitized by Google

Herr **G. C. Lloyd** möchte auch gerne die von den Vorrednern vorgebrachten Empfindungen als Vertreter Groß-Britanniens zum Ausdrucke bringen. Es war ein erfolgreicher Kongreß, an dem alle teilgenommen, einer der erfolgreichsten, vielleicht der erfolgreichste unter allen. Unter der Leitung des Präsidenten wäre eine tüchtige Arbeit geleistet und zugleich eine genußreiche Zeit verbracht worden und er möchte seinem Dank auch jenem der anderen beifügen. (Lebhafter Beifall.)

Der **Präsident Herr Foß** dankt wärmstens für die freundlichen Worte, die man an ihn gerichtet. Er hofft, daß alle Kopenhagen mit dem besten Eindrucke verlassen werden und er nehme die Auszeichnung, die ihm der Vorstand erwiesen hat, zugleich im Namen seiner dänischen Freunde entgegen, die wie er das Möglichste getan haben, um den Erfolg des Kongresses sicherzustellen. Er glaube betonen zu sollen, daß, wenn der Kongreß diesmal einen großen Fortschritt erzielt hat und wenn die Verhandlungen noch besser verlaufen sind als dies früher möglich war, dies vor allem der neuen Einrichtung, der Herausgabe der „Mitteilungen" zu danken ist. Er möchte sich daher den Worten des Herrn Webster anschließen und dem Generalsekretär Herrn Reitler für seine Mühewaltung den wärmsten Dank aussprechen. (Lebhafter Beifall.)

Hierauf fordert der Präsident Herrn J. E. Stead auf, seinen zugesagten Festvortrag zu halten. (Lebhafter Beifall.) Er wolle es aber auch nicht versäumen, zum Schlusse der Stadtverwaltung den Dank auszusprechen für die Freundlichkeit, mit der sie in die Überlassung dieses Saales eingewillt. (Lebhafter Beifall.)

Herr **Stead** weigerte sich Anfangs den Vortrag zu halten, da die Zeit schon zu sehr vorgeschritten und die Teilnehmer zu ermüdet seien. Dagegen erklärte er, daß es ihm ein Vergnügen machen würde, das Mikroskop, das er mitgebracht, Herrn Prof. Hannover von der technischen Hochschule in Kopenhagen zum Gebrauche für seine Vorlesungen und zum Nutzen seiner Schüler schenkweise zu überlassen. Er habe immer betont, daß es für Ingenieure nötig sei, das Mikroskop selbst zu handhaben, um seinen Wert zu würdigen.

Herr Prof. **Hannover** dankt Herrn Stead herzlichst für das schöne Mikroskop, das er gerne übernehme uud in seinen Vor-

Digitized by Google

lesungen gerne verwenden werde. Er bittet aber zugleich Herrn Stead nochmals auch im Namen der Anwesenden seine Lichtbilder mit seinen Erklärungen vorzuführen, die gewiß außerordentlich lehrreich sein werden.

Herr **Stead** hält nun seinen von Lichtbildern prächtig illustrierten Vortrag, der begeisterte Aufnahme fand.

Hierauf erklärt der Präsident den Kongreß für geschlossen.

Für die Richtigkeit der Niederschrift:

Alex. Foss
Präsident des Kongresses.

O. Busse
Vorsitzender der Sektion A.

T. Grut
Vorsitzender der Sektion B.

B. Münter
Vorsitzender der Sektion C.

E. Reitler
Generalsekretär des Internationalen Verbandes.

Digitized by Google

Über Mikroskopie und Makroskopie in Werkstätte und Hütte.

Auszug aus dem von J. E. Stead (Middlesborough) gehaltenen Vortrage.

Nach einem kurzen Hinweis auf den Tod Sorbys, des Pioniers der Metallographie, durch welchen die ganze wissenschaftliche Welt einen schweren Verlust erlitten hat, legte Stead die von einer Anzahl englischer Fabrikanten über den Wert des Mikroskopes bei der Metalluntersuchung geäußerten Ansichten vor.

In einigen Kupfer- und Messingwerken hat sich das Mikroskop als unschätzbar erwiesen. H. Tomlinson, Leiter der Broughton Copper Company, schrieb, daß es indirekt nützlich sei, weil man mit seiner Hilfe in den Metallen gewisse schwere, z. B. durch Überhitzung verursachte Fehler angeben konnte und weil dieser Schaden auf früheres Ausglühen oder einen anderen Erhitzungsvorgang zurückgeführt werden konnte. Es kamen oft Fälle vor, wo die durch eine chemische Analyse verursachten Auslagen und die hiezu benötigte Zeit erspart worden waren, weil das Mikroskop ein rasches Mittel darbot, ungefähr die Zusammensetzung von Metallen und Legierungen festzustellen. Die Royal Gun and Carriage Factories, Woolwich, berichteten, daß die mikroskopische Prüfung von Messing eine täglich geübte Sache sei. Die Consett Iron Company Ltd. stellte fest, daß das Mikroskop beständig in allen Fällen gebraucht wurde, wo die gewöhnliche Analyse nicht imstande war befriedigende Aufklärung zu gewähren und wo eine ausgedehntere Untersuchung notwendig war. Dem Berichte der Wigan Coal and Iron Company Ltd. gemäß, wurde das Mikroskop in ihren Werken als ein notwendiges Zubehör zum chemischen und metallurgischen Arbeiten im Laboratorium betrachtet. Seitens der Werkstätte der London and North-Western Bahn in Crewe wurde gesagt, daß es möglich schiene, innerhalb gewisser Grenzen durch mikroskopische Untersuchungen die Eigenschaften der Metalle sogar besser als durch

Digitized by Google

mechanische Prüfung oder chemische Analyse festzustellen. Thomas Firth and Sons, Ltd., sprachen die Meinung aus, daß, bevor das Mikroskop in praktisch alltäglichen Gebrauch genommen werden könne, der Sinn der Bezeichnungen und die Bilder der Substanzen, auf die sie sich beziehen, durch praktische Beispiele und Beobachtung verstehen gelernt werden müsse. D. Colville and Sons, Ltd., berichteten, daß sie im Mikroskop eine sehr große Stütze in der täglichen Arbeit fanden. Vickers Sons and Maxim, Ltd., gaben an, daß das Mikroskop im Zusammenhang mit der thermischen Behandlung der verschiedenen in der Geschütz- und Panzerplattenfabrikation etc. verwendeten legierten Stähle in beständigem Gebrauche wäre. Es war als äußerst wertvoll erkannt worden, sowohl als ein die richtige Wärmebehandlung anzeigender Führer als auch als ein Mittel zur Vergewisserung, ob die anbefohlene Behandlung tatsächlich durchgeführt worden war. Ein metallurgisches Laboratorium war während einiger Jahre in den Sheffielder Werken der Gesellschaft in eifriger Tätigkeit gewesen und in demselben war das Mikroskop sehr umfassend zu Untersuchungen bezüglich der Spezialstahlsorten, deren Darstellung Schwierigkeiten bereitet hatte, verwendet worden.

Cammell, Laird and Co., Ltd., teilen mit, daß, falls ein Guß einer späteren kostspieligen Bearbeitung oder komplizierten Wärmebehandlung unterworfen werden soll, eine einleitende mikroskopische Prüfung manchmal wertvoll gefunden wurde, obgleich selbst in diesen Fällen die Prüfung eines breiten geätzten Abschnittes mittels einer Handlupe gewöhnlich nützlicher war. In der großen Mehrzahl der Fälle wurde das Mikroskop verwendet, nicht um Fehler zu entdecken, sondern um die Ursache zu untersuchen und um das spezielle Stadium zu bestimmen, in welchem sie hervorgerufen wurden. Für den letzteren Zweck wären mikroskopische Methoden völlig unentbehrlich.[1])

Das wären typische Beispiele der seitens englischer Fabrikanten empfangenen Antworten. Es gäbe wenig große industrielle Werke, wo die mikroskopische Prüfung nicht als wesentlich betrachtet wurde, und wenn Werke keine mikroskopische Ausstattung hatten, erhielten sie auswärtige fachmännische Unterstützung.

[1]) The North Eastern Steel Co., Ltd., und The South Durham Steel and Iron Co., Ltd., haben das Mikroskop mit großem Vorteil zur Kontrolle der Wärmebehandlung und mechanischen Bearbeitung des Stahles verwendet.

Digitized by Google

An jeder Hochschule und technischen Anstalt in England, wo Metallurgie gelehrt wurde, wurden die Studierenden im Gebrauche des Mikroskopes unterrichtet, zwecks Erlangung der Kenntnis der Struktur von Metallen und Legierungen.

Redner hatte von vielen wohlbekannten Forschern von europäischem und amerikanischem Ruf, welche an der Anwendung des Mikroskopes Anteil nahmen, Mitteilungen erhalten, von welchen folgendes ein kurzer Auszug ist:

Betreffs Frankreich hat H. P. Pellin eine Liste von Fabriken, 70 an der Zahl, geliefert, in welchen das Mikroskop als eine Hilfe zu wirksamerer Tätigkeit erkannt wurde. H. Le Chatelier, dessen bewundernswertes Mikroskop überall in Frankreich benützt wird, gab an, daß ansehnliche Einrichtungen bei den Werken in De Dion-Bouton unter der Leitung von H. Guillet, bei den Werken von Saint-Jacques zu Montluçon, deren Direktor H. Charpy ist und bei den Stahlwerken zu Creusot unter der Leitung H. Harmets, in Gebrauch stünden.

H. Dr. K. Benedicks gab an, daß in Schweden bis heute das Mikroskop hauptsächlich im Zusammenhang mit Werkzeug- und Spezialstählen verwendet worden war. Metallographie, als eine auf Erfahrung und Fertigkeit beruhende Wissenschaft, ist in großem Ausmaß nicht angewendet worden. H. Kapitän N. Beraieff übermittelte eine sehr interessante Mitteilung über den langjährigen Gebrauch des Mikroskopes durch Anosoff und später durch Tschernoff, Rjechotarsky und bei vielen Stahlwerken Rußlands.

In Belgien war das Mikroskop in den Werken der Société Anonyme Fabrique Nationale d'Armes de Guerre und der Société Anonyme des Ateliers Germain in ständiger Verwendung. In den erstgenannten Werken war das Mikroskop von Le Chatelier eine unentbehrliche Notwendigkeit bei der Prüfung aller polierfähigen Metalle, obgleich seine Anwendbarkeit für praktische Zwecke nur eine beschränkte genannt werden konnte. Die Société des Ateliers Germain berichtete, daß das Mikroskop von speziellem Nutzen war für die Entdeckung von Umständen, die zum Bruche von in der Automobilkonstruktion verwendeten Metallen führte. In Spanien, in dem Trubio Gun Factory, wurde das Mikroskop ausgedehnt für praktische Zwecke, zur Prüfung von gewöhnlichen und Spezialstählen, Legierungen, Messing, Bronze etc. angewendet. Es war interessant, zu bemerken, daß angeregt worden war, die mikro-

Digitized by Google

skopischen Untersuchungen bei jeder Prüfung von Messing für Patronenhülsen vorzunehmen.

Bezüglich Amerika gab Prof. A. Sauveur an, daß er Kenntnis habe von dem Gebrauch des Mikroskopes in 134 großen industriellen Unternehmungen, von denen 92 Stahlwerke, 16 nicht Eisen betreffende metallurgische Anlagen und 26 verschiedene Industrieen oder Unternehmungen, wie Eisenbahngesellschaften etc. waren. Der Gebrauch des Mikroskopes wurde in 28 technischen Anstalten gelehrt. Infolge des Einflußes Wüsts benützten sehr viele Werke in Deutschland und anderen Ländern das Mikroskop als Hilfsmittel bei ihrer Tätigkeit.

Die von Prof. Heyn entdeckte und von ihm und seinem Assistenten Prof. Bauer angewendete, später durch Prof. Baumann modifizierte Methode des Schwefelabklatschens war richtig angewendet in der Gießereipraxis äußerst wertvoll. Diese Methode war wohl meistens für die Bestimmung lokaler oder axialer Ausscheidung von Schwefel in Stahl angewendet worden, aber sie war imstande, ungefähr die Menge des Schwefels im Gußeisen zu zeigen. Da Phosphor im Gußeisen in isolierten Massen von Phosphoreisen Eutektikum vorhanden ist und da die Menge dieser Massen in einer innigen Beziehung zu dem im Roheisen vorhandenen Phosphor steht, konnte eine beiläufige Schätzung des tatsächlich nachgewiesenen Elementes durch die Prüfung polierter und geätzter Abschnitte von grauem Roheisen gemacht werden. Es war wohl bekannt, daß der Betrag an gebundenem Kohlenstoff in Stählen mit einem genügenden Grad von Genauigkeit durch mikroskopische Prüfung geschätzt werden konnte; so war es meist leicht, die Menge des gebundenen Kohlenstoffes in grauem Gußeisen oder in grauem Roheisen zu schätzen. Diese Tatsache ist für den Hütttenleiter von großer Bedeutung.

Die Makro- und die Mikrostruktur von Stahlgüssen wäre für den Stahlgießer von großer Wichtigkeit. Er könnte leicht Ausscheidungen bestimmen und durch das Schwefelselbstdruckverfahren feststellen, ob der Schwefelgehalt relativ hoch oder niedrig sei. Er könnte die im Glühofen vollzogene Arbeit kontrollieren und durch die Prüfung von aus dem Guß geschnittenen Stücken feststellen, ob die Glühtemperatur zu hoch oder zu nieder gewesen war und ob die Gußstücke ausgeglüht worden waren oder nicht.

Digitized by Google

In der Gießereipraxis, wo die Oberflächen der Gußformen aus einer graphithältigen Mischung bestehen, war die in Berührung mit der Form befindliche Außenseite des Stahles gewöhnlich höher im Kohlenstoffgehalt als die Masse des Metalles. Wenn das Ausglühen richtig geschehen war, war die Hülle völlig entkohlt und die Gußstücke in eine dünne Decke von kohlenstoffarmen Eisen oder Ferrit gehüllt. Die Dicke dieser entkohlten Schicht wechselte mit der Zeit und der Temperatur und mit dem Prozentgehalt an Kohlenstoff im Stahl. In Stählen, die ungefähr 0·30 % bis 0·35 % Kohlenstoff enthielten, war sie manchmal nur 0·05 mm dick, wenn die Gußstücke klein waren und beiläufig 1 mm dick in großen Gußstücken. In unausgeglühten Stählen war die Ferrithülle meist nicht vorhanden. Die durch das Ausglühen erzeugte geänderte Mikrostruktur der Stahlmasse, verglichen mit der Struktur des unausgeglühten Gußstückes, genügte gewöhnlich, um sagen zu können, ob der Stahl ausgeglüht worden war, aber nicht, ob die Glühtemperatur zu hoch war und in solchen Fällen mußte die entkohlte Hülle beobachtet werden. Eine dicke Ferrithülle und eine grobkörnige Struktur des Perlits im Stahl selbst waren Zeichen von Ausglühen bei zu hohen Temperaturen. Die Anwesenheit von körnigem Perlit gab einen deutlichen Beweis von langem Ausglühen bei Temperaturen zwischen 750° C. und 650° C. und derart behandelter Stahl war gewöhnlich sehr weich. Wenn das Ausglühen durch Erhitzen auf Temperaturen zwischen 850° C. und 900° C. geschah und der Stahl aus dem Ofen gebracht und an der Luft erkalten gelassen wurde, befand sich der Perlit fast immer in der lamellaren Form.

Es ist ein gewöhnliches Verfahren, die Oberflächen von Stahlgüssen durch elektrisches Schmelzen und Ausfüllen der Löcher mit Eisen oder Stahl zu verbessern. Es wurde in einem hervorragenden Werk erkannt, daß die Gußstücke nach dem elektrischen Schweißen ausgeglüht werden sollten. Ätzen mit 20%iger Salpetersäure nach oberflächlichem Polieren würde sogleich zeigen, ob elektrisch geschweißter Stahl ausgeglüht wurde oder nicht, denn, wenn dies nicht der Fall war, bestand der die Schweißstelle umgebende Stahl immer entweder aus Martensit oder aus Troostit oder Sorbit und jeder von diesen gab bei der Anwendung des kräftigen Ätzmittels eine dunkle Färbung, während das elektrisch geschmolzene und zum Füllen der Höhlungen verwendete Eisen sich immer in der Form des Ferrits befand und nach dem Ätzen weiß blieb.

Digitized by Google

Diese Ätzmethode war daher äußerst wertvoll, denn sie ermöglichte es dem Werksaufseher oder Ingenieur, an dem fertigen Stück die geschweißte Stelle zu bestimmen und festzustellen, ob der Stahl nach dem Schweißen ausgeglüht worden war oder nicht. Das Ausglühen verwandelte nicht allein den Troostit etc. in Perlit, sondern entfernte auch die durch die örtliche Überhitzung entstandenen Spannungen.

In der Fabrikation von hämmerbarem Guß war das Mikroskop nützlich zur Bestimmung des Grades, bis zu welchem Entkohlung stattgefunden habe, und um festzustellen ob etwas Abnormales in der Struktur des Metalls vorhanden wäre. Es gab kein besseres Mitte zur Kontrolle der Arbeiter, welche für die richtige Einsatzhärtung von Eisen und Stahl verantwortlich waren, als die Anwendung des Mikroskops. Abschnitte von einsatzgehärtetem Material zeigten nach dem Polieren und Ätzen mit Gewißheit die Tiefe, bis zu welcher der Kohlenstoff in das Metall eingetreten war.

Viele sogenannte geheimnisvolle Fehler von Kesseln und anderen Konstruktionen sind durch die Benützung des Mikroskopes erklärt worden. In den meisten von ihnen wurde nachgewiesen, daß der Bruch durch schlechte Behandlung des Stahles in der Kälte eingeleitet worden war. Der Stahl erwies sich zerdrückt, die Ferritkörner plattgedrückt und das Metall als äußerst empfindlich. In wenigstens 4 Fällen von Kesselgebrechen wurde schlechte Behandlung als Ursache nachgewiesen. Die von Abschnitten von Platinen erhaltenen Schwefelabdrücke setzen den Fabrikanten in den Stand, ernste Ausscheidungen leicht aufzufinden und dieselbe Methode konnte zur Entdeckung von Ausscheidungen in den Drahtstäben und selbst in dem fertigen Draht benützt werden.

Die mikroskopische Prüfung von Drähten war also nützlich und ganz besonders bei Drähten oder Drahtseilen, welche während des Gebrauches oder im Laufe der Herstellung versagten. Es war bemerkt worden, daß Drähte, welche bestimmte Mengen dünner mikroskopischer Bänder von fremden Körpern, wie Schlacken oder Mangansulfid enthielten, die Biegeprobe nicht aushielten und manchmal während des Beizens, nachdem die Drahtstäbe ausgeglüh worden waren, abbrachen.

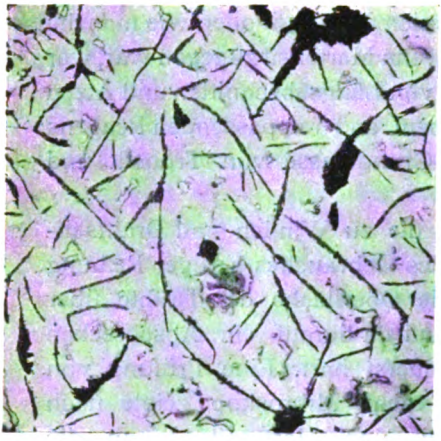
Das Mikroskop war also nützlich zur Vergewisserung, ob die Stäbe zuvor ausgeglüht worden waren. Von Zeit zu Zeit kam es vor, daß beim Ausglühen hochkohlenstoffhaltiger (0·75% bis 0·95%)

Digitized by Google

Stäbe Teile des Stahles tatsächlich freien Martensit oder, wie manche ihn nennen, Hardenit, enthielten und wenn Martensit zugegen war, war das Ziehen unmöglich. Beim Polieren von Längsabschnitten und Ätzen mit alkoholischer Pikrinsäure oder einem anderen passenden Reagens blieb der Martensit weiß in einer Grundmasse von Troostit und Sorbit.

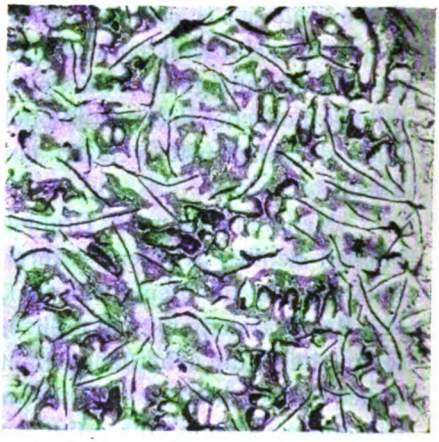
Manchmal wurden Drahtseile, die zu Winden und Drahtseilbahnen benützt wurden, während des Gebrauches heftiger Reibung unterworfen, die genügend war, die Oberfläche der Drähte über den Rekaleszenzpunkt zu erhitzen und da darauf ein Abschrecken folgte, blieb die Oberflächenhaut äußerst hart. Eine Prüfung von derart angegriffenem Draht unter dem Mikroskop zeigte nach passender Ätzung die Anwesenheit von Martensit. Wenn die brüchige Rinde entstanden war, und das Seil derart über eine Rolle lief, daß beträchtliche Biegung hervorgerufen wurde, riß die gehärtete Haut ein und die einmal gebildeten Risse pflanzten sich durch die Drähte fort und das Seil wurde für weitere Verwendung unbrauchbar und mußte entfernt werden.

Digitized by Google



Gebundener Kohlenstoff im Roheisen.

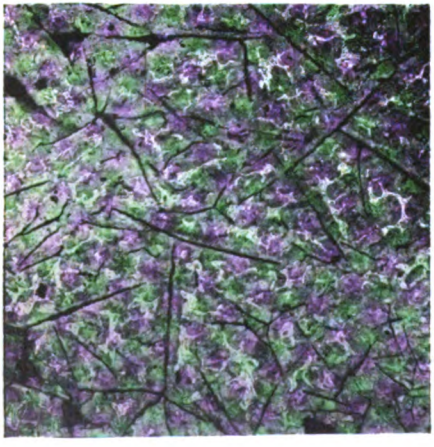
Nr. 1. Staffordshire-Roheisen mit 0·05% gebundenem Kohlenstoff. Mit alkoholischer Pikrinsäure geätzt. 40fach.



Gebundener Kohlenstoff im Roheisen.

Nr. 2. Cleveland Nr. 3. Roheisen mit 0·3% gebundenem Kohlenstoff. 40fach.

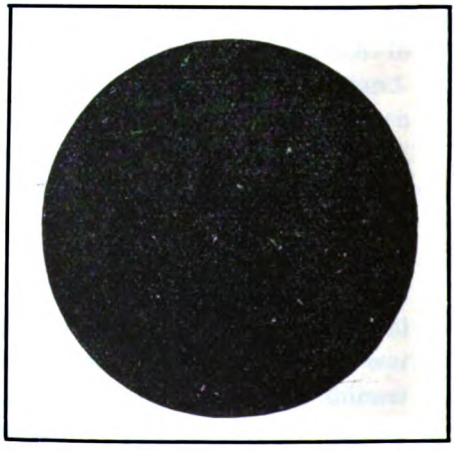
Die Halbtöne in den Nr. 1, 2 und 3 stellen Perlit dar.



Gebundener Kohlenstoff im Roheisen.

Nr. 3. Lincolnshire Nr. 3. Roheisen mit 0·7% gebundenem Kohlenstoff. 40fach.

Die Halbtöne stellen Perlit dar.

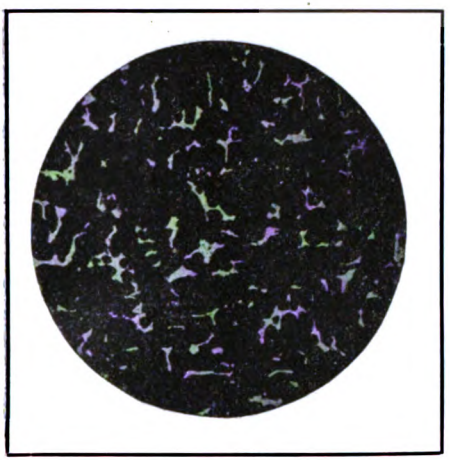


Phosphor im Roheisen.

Nr. 4. Hämatit-Roheisen mit 0·04% Phosphor, mit Salpetersäure (D = 1·20 stark) geätzt. 50fach.

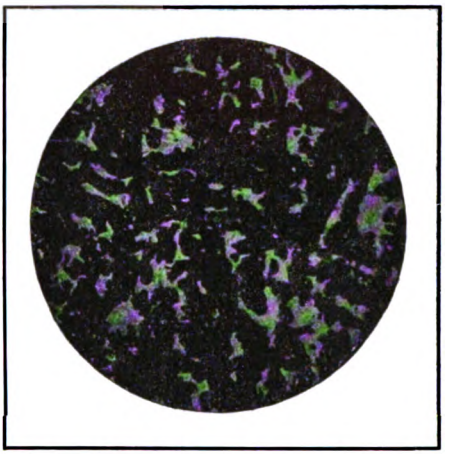
Die weißen Partien stellen das Eisen-Phosphor-Eutektikum dar.

Digitized by Google



Phosphor im Roheisen.

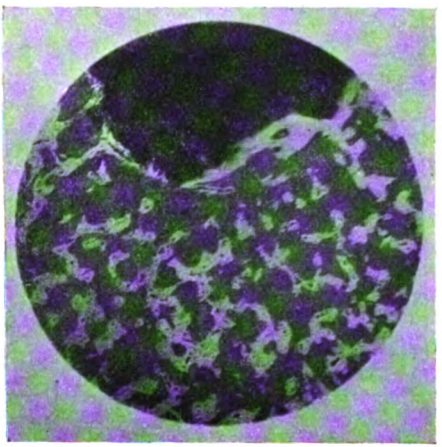
Nr. 5. Roheisen mit 0·7% Phosphor. 50fach.



Phosphor im Roheisen.

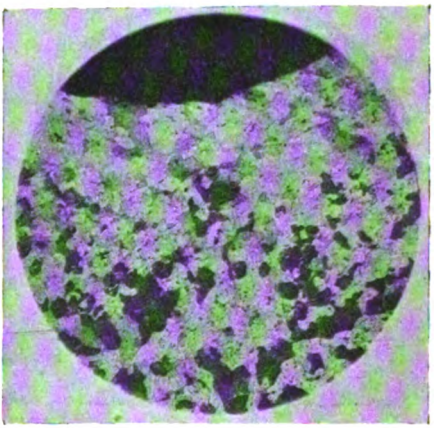
Nr. 6. Roheisen mit 1·5% Phosphor. 50fach.

Die weißen Partien stellen das Eisen-Phosphor-Eutektikum dar.



Stahlgüsse. Prüfung des Ausglühens.

Nr. 7. Oberflächenhaut eines nicht ausgeglühten Stahlgusses. 40fach.

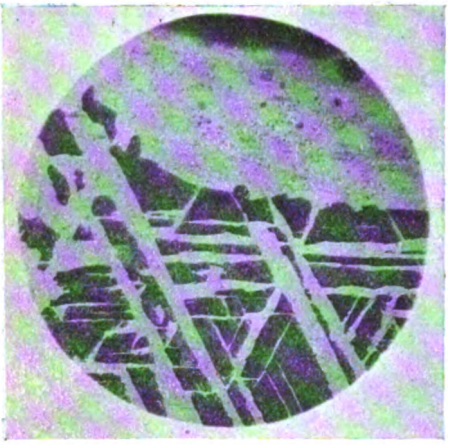


Stahlgüsse. Prüfung des Ausglühens.

Nr. 8. Oberflächenhaut eines gut ausgeglühten Stahlgusses. 40fach.

Die Ferrithülle zeigt gewöhnlich an, daß der Stahl den Glühofen passiert hat.

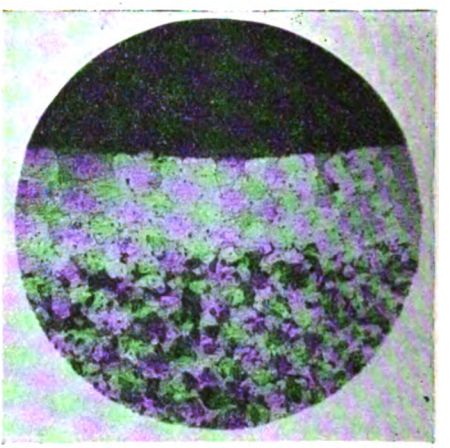
Digitized by Google



Stahlgüsse. Prüfung des Ausglühens.

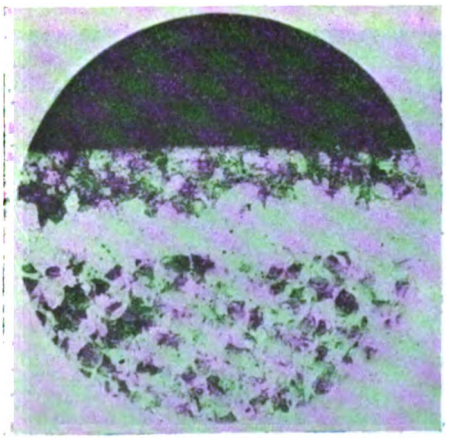
Nr. 9. Stahlguß, beim Ausglühen überhitzt. 40fach.

Die Ferrithülle zeigt gewöhnlich an, daß der Stahl den Glühöfen passiert hat.



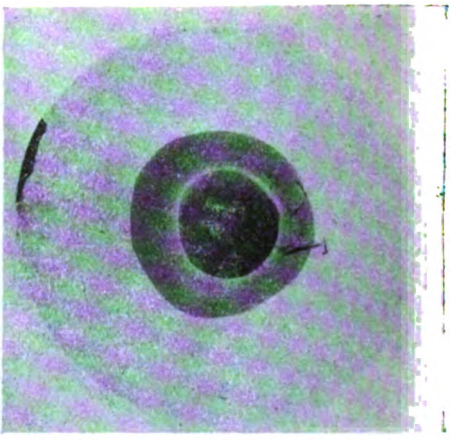
Stahlgüsse. Prüfung des Ausglühens.

Nr. 10. Hämmerbarer Guß, gut ausgeglüht, zum Biegen geeignet. 40fach.



Stahlgüsse. Prüfung des Ausglühens.

Nr. 11. Hämmerbarer Guß, ausgeglüht, aber an der Oberfläche rückgekohlt; würde sich nicht biegen lassen. 40fach.



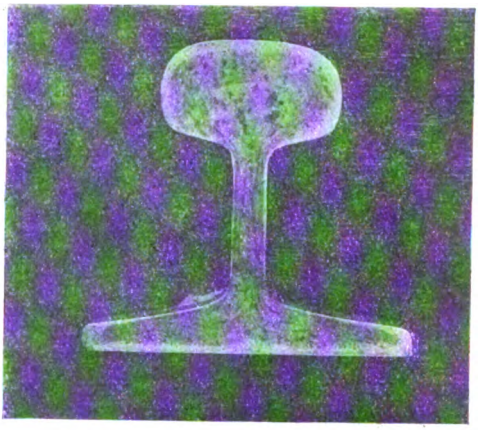
Elektrisches Schweißen von Stahl.

Nr. 12. Effekt der Einwirkung eines Lichtbogens auf die Oberfläche des Kopfes einer Stahlschiene während 2 Sekunden. Der Stahl enthielt 0·7% Kohlenstoff. Er wurde poliert und mit Salpetersäure geätzt und 2·25mal vergrößert. Der mittlere dunkle Teil stellt eine Höhlung vor. Der darum befindliche weiße Ring ist entkohlter Stahl oder Ferrit. Der dunkle Ring ist gehärteter Stahl. Dieser dunkle Ring zeigt, daß der Stahl nach dem elektrischen Schweißen nicht geglüht wurde.

Digitized by Google

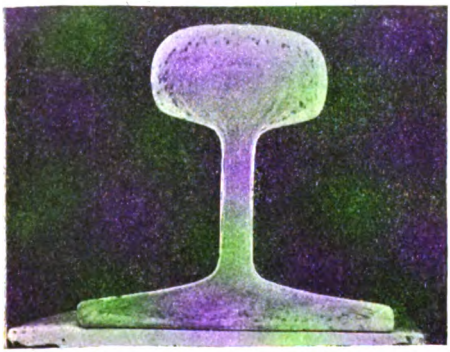
Makrostruktur, den Unterschied in der Struktur von Schienen zeigend, die aus dem Schopf, aus der Mitte oder aus dem Fuß von Ingots gewalzt wurden.

Nr. 13. Schiene, aus dem Schopf eines Ingots gewalzt.



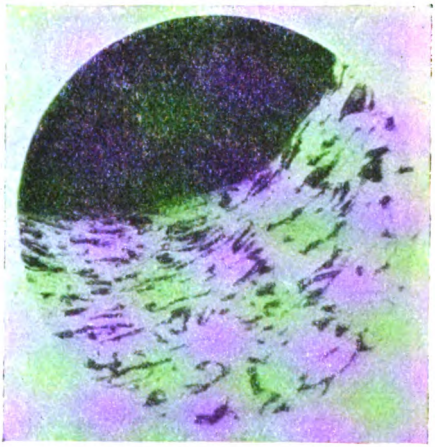
Makrostruktur, den Unterschied in der Struktur von Schienen zeigend, die aus dem Schopf, aus der Mitte oder aus dem Fuß von Ingots gewalzt wurden.

Nr. 14. Schiene, aus der Mitte eines Ingots gewalzt.



Makrostruktur, den Unterschied in der Struktur von Schienen zeigend, die aus dem Schopf, aus der Mitte oder aus dem Fuß von Ingots gewalzt wurden.

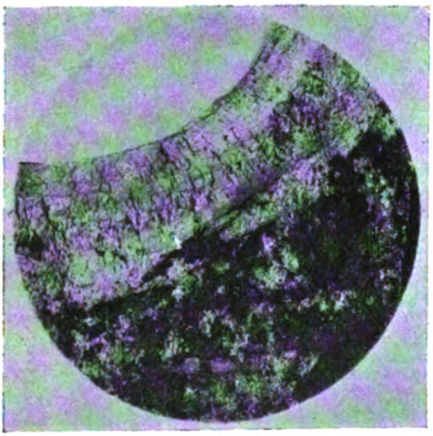
Nr. 15. Schiene, aus dem Fuß eines Ingots gewalzt.



Struktur von kalt zerquetschtem Stahl.

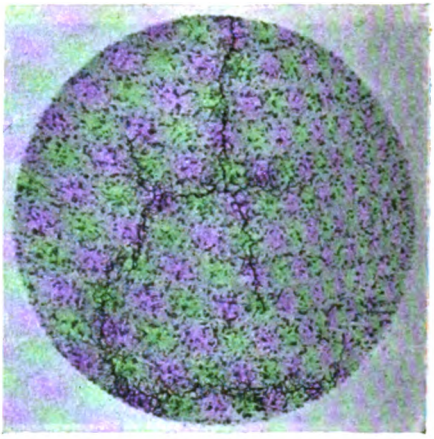
Nr. 16. Baustahl, durch Kalfatern zerquetscht. 40fach.

Digitized by Google



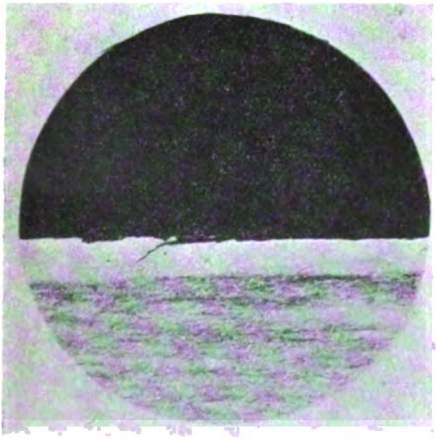
Struktur von kalt zerquetschtem Stahl.

Nr. 17. Gequetschte Oberfläche eines Stahles von einem Schraubenbolzenloch der Feuerbüchse eines Kessels nach langem Gebrauch. An der brüchigen Oberfläche entstanden Risse und führten zu ausgedehntem Bruch. 40fach.



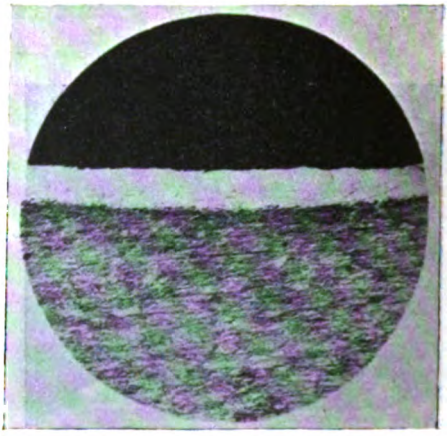
Struktur von kalt zerquetschtem Stahl.

Nr. 18. Ein wachsender Bruch in einem stählernen Schiffskessel durch Schwächung des Materiales infolge übermäßiger Spannung. 40fach.



Harte Rinde an Drähten eines Seiles, durch übermäßige Reibung hervorgerufen.

Nr. 19. Längsschnitt durch den äußersten Draht eines Förderseiles, die durch übermäßige Reibung erzeugte gehärtete Rinde und einen Bruch durch die Rinde zeigend, mit Pikrinsäure geätzt. 40fach.



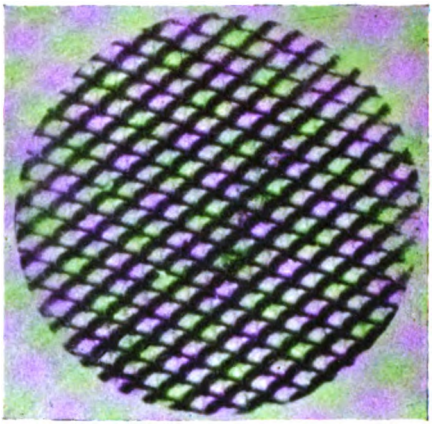
Harte Rinde an Drähten eines Seiles, durch übermäßige Reibung hervorgerufen.

Nr. 20. Dasselbe, wie das Vorhergehende, in einem Teil, wohin sich der Bruch noch nicht fortsetzte. 40fach.

Digitized by Google

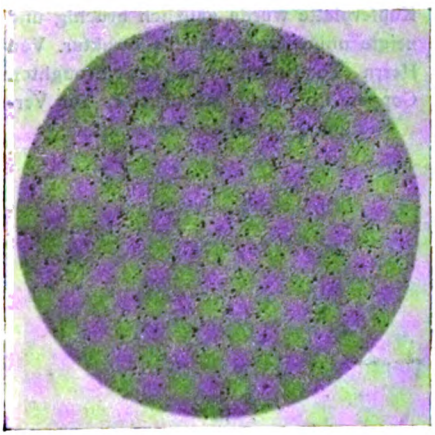
Harte Rinde an Drähten eines Seiles, durch übermäßige Reibung hervorgerufen.

Nr. 21. Dasselbe, wie das Vorhergehende, nach dem Versuche, es zu biegen, Bruch durch die harte Rinde zeigend.



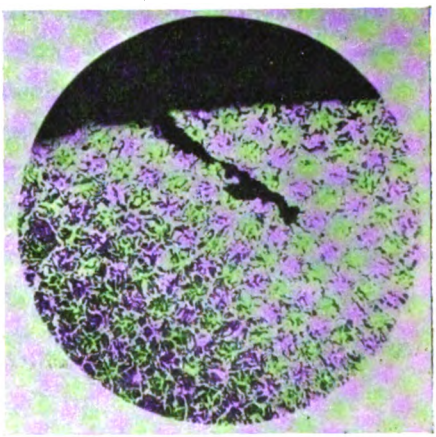
Verschiedenes.

Nr. 22. Oberfläche einer Kreuzhiebfeile nach dem Abschleifen der Zähne, bis eine ebene Fläche erhalten wurde, dann mit Pikrinsäure geätzt. Man sieht, daß die Grundflächen der Zähne die härtesten Teile sind. 40fach.



Verschiedenes.

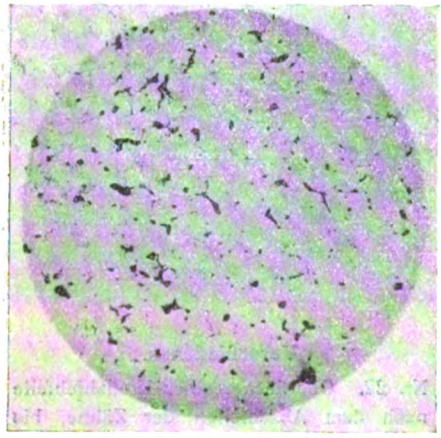
Nr. 23. Längsschnitt durch einen harten Stahldrahtstab nach dem Ausglühen, welcher in Stücke brach, als er in die Beizflüssigkeit gebracht wurde. Nur poliert. 40fach.



Verschiedenes.

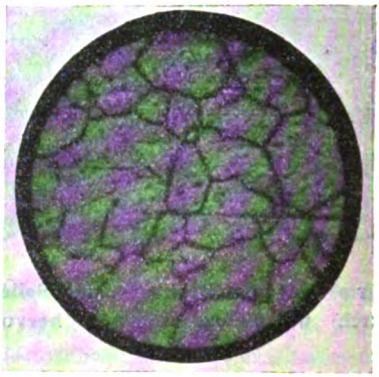
Nr. 24. Schnitt durch einen Falz in einem Stahlschienenkopf, zeigend, daß die Ränder des Falzes teilweise entkohlt sind. 40fach.

Digitized by Google



Verschiedenes.

Nr. 25. Polierter Schnitt eines brüchigen Bronzezahnrades, Schlackeneinschlüsse zeigend. 40fach.



Verschiedenes.

Nr. 26. Schnitt von der Oberfläche einer Kupferplatte, welche in einer reduzierenden Atmosphäre erhitzt worden war. Die Kupferplatte wurde gänzlich brüchig und zeigte obige eigentümliche Struktur. Von Herrn Tomlinson von The Broughton Copper Co. Ltd., Manchester, zur Verfügung gestellte Photographie.

Digitized by Google

Unter-Ausschuß Ia.

Internationale Vorschriften für Eisen und Stahl.

STAHL FÜR BRÜCKEN- UND HOCHBAUKONSTRUKTIONEN.

Vergleichende Zusammenstellung der Vorschriften für Deutschland, Groß-Britannien und die Vereinigten Staaten von Nord-Amerika, zusammengestellt auf Grund der nachstehenden Angaben:

a) Einheitliche Vorschriften für Bauwerkeisen, aufgestellt vom „Deutschen Verbande für Materialprüfungen der Technik", genehmigt 1906, Nr. 24, Heft 2.

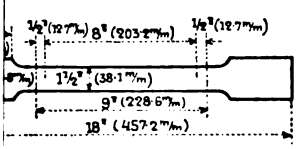
b) Einheitliche Britische Vorschriften für Stahlmaterial für Brücken- und Hochbaukonstruktionen (British Standard Specification for Structural Steel for Bridges and General Building Construction), veröffentlicht durch das „Engineering Standards Committee", London, Juni 1906, Nr. 15.

c) Einheitliche Vorschriften für Brückenkonstruktions-Stahl (Standard Specifications for Structural Steel for Bridges), einheitliche Vorschriften für Stahl für Hochbaukonstruktionen (Standard Specifications for Structural Steel for Buildings), genehmigt durch die American Society for Testing Materials, 1909.

Digitized by Google

Digitized by Google

		igte Staaten Amerikas	
		ionen	Stahl für Hochbaukonstruktion
1	Material		Siemens-Martin oder Bessemer.
2	Endprodukt		Walznähten, Schiefern und Rissen.
3	Chemische Analyse u Zeugnis (fikate) da	eugnis über Gehalt von:	P
4	Chemische Zusamme setzung	ichstwerte in Prozenten: eisen	Konstruktionseisen: Bessemer. 0·1 Siemens-Martin 0·06 Nieteisen: 0·06
5	Kennzeichn	Nummer des Fabri- dem Fall, stige kleine diese Be- en Metall-	Jedes fertige Stück erhält eingeschlagen die Nummer des Gußsatzes, ausgenommen, wenn kleinere Teile in Bündeln mit einem an diesen befestigten Metalltäfelchen verladen werden.
6	Zahl der Pr	egeprobe von jeder Schmelzung, sowie sie gewalzt ist.	
7	Form der P	eproben von Blechen, Form- und Rundeisen:	



mit beiden
ht bis zu
mm (3/4")
228·6 mm
Enden.

Die normale Form des Probestückes für abgeschnittene Bleche muß nach Skizze sein. Für anderes Material darf das Probestück wie bei abgeschnittenen Blechen sein, oder es darf gehobelt oder auf seiner ganzen Länge parallel abgedreht werden, und in allen Fällen, wo es möglich ist, müssen zwei gegenüberliegende Seiten des Probestückes die gewalzten Oberflächen sein.

n wird im Walzprofil erprobt.

olzen und

Digitized by Google

Vereinigte Staaten von Amerika

Stahl für Brückenkonstruktionen

	Zerreißfestigkeit kg/mm²	Dehnung l mm	Dehnung 1.500.000 / Zerreißfestigkeit in lbs./sq. in. %
Konstruktionsmaterial	42·2 (60.000 lbs /sq. in)	203·2 (8″)	≥ 23
etmaterial	35·2 (50.000 lbs./sq. in.)	203·2 (8″)	≥ 27

uchfläche: sehr feinkörnig (seidenartig).

Stahl für Hochbaukonstruktionen

	Zerreißfestigkeit kg/mm²	Dehnung l mm	Dehnung 1,400.000 / Zerreißfestigkeit in lbs./sq. in. %
Konstruktionsmaterial	38·7—45·7 (55.000 bis 65 000 lbs /sq. in.)	203·2 (8″)	≥ 23
Nietmaterial	33·7—40·8 (48.000 bis 58.000 lbs./sq. in.)	203·2 (8″)	≥ 24

Dehnung: Für Material, dessen Dicke weniger als 7·9 mm (5/16″) und mehr als 19·1 mm (3/4″) beträgt, sind die folgenden Abänderungen gestattet:
a) für je 1·6 mm (1/16″) unter der Dicke von 7·9 mm (5/16″) ein Abzug von 2½ %,
b) für je 1·6 mm (1/16″) mehr an Dicke als 19·1 mm (3/4″) ein Abzug von 1 %.

Spezielle Vorschriften für Bolzen.

Biegeproben durch Druck oder Schlag:

eche, Form- und Flacheisen bis zu ·4 mm (1″) Dicke: Kalt Biegen bis auf 180° ohne Riß.

ettenglieder oder anderes Flußeisenaterial 25·4 mm (1″) dick oder darüber wird im gewalzten Zustande erprobt.

Kaltrobe	Durchmesser der Schleife	
180°	Doppelte Materialdicke	ohne Riß an der Außenseite der Biegungsstelle

inkel unter dem Hammer:

i 12·7 mm (1/2″) und ringerer Dicke ganz zusammengebogen	im kalten Zustande ohne Riß
i 19·1 mm (3/4″) Dicke offene Schleife	

ird nur durchgeführt über Verlangen des Übernahmsorganes.

Flußeisen mittlerer Härte-Qualität von 19·1 mm (3/4″) und geringerer Dicke: soll der Probestab von gleicher Stärke wie das Gebrauchsmaterial, dem es entnommen ist, sein; ist dieses letztere stärker als 19·1 mm (3/4″), so darf der Probestab 12·7 mm (1/2″) stark werden. Breite des Stabes in beiden Fällen 38·1 mm (1½″).

Probe: Mittelharter Stahl (Flußeisen) wird kalt auf 180° gebogen. Krümmungsdurchmesser gleich der Dicke des Probekörpers ohne Riß an der Außenseite der Krümmung.

Digitized by Google

		igte Staaten Amerikas	
		ionen	Stahl für Hochbaukonstruktionen
9	Physikalis Proben (F	teneisen:	**Biegeproben:** Kalt gebogen um 180° zu einer flachen Schleife, ohne Risse an der Außenseite der Biegungsstelle.
		nd. artig und	
10	Zurückwei	mehr als von der ist eine en, deren mehr als von der gkeit ab-	Wenn das Probestück außerhalb des mittleren Drittels der Versuchslänge bricht, ist die Probe durch eine andere zu ersetzen.
		gestellten ller ver- Ein Über- ttet.	
11	Gestattete weichun	weichungen im bedungenen Gewicht und in den nd für Bleche spezielle Vorschriften gemacht. Für Flußstahlteile darf die Abweichung in der Profil- den einzelnen Stücken höchstens $2^1/_2\%$ betragen.	

Digitized by Google

Digitized by Google

STAHL-SCHIENEN etc.

Vergleichende Zusammenstellung der Lieferungsvorschriften Deutschlands, Großbritanniens und der Vereinigten Staaten von Nord-Amerika auf Grundlage der folgenden Vorschriften:

a) Einheitliche Vorschriften für Oberbaueisen des Deutschen Verbandes für Materialprüfungen der Technik, angenommen 1904, Nr. 23, Heft 1.

b) Einheitliche Britische Vorschriften für breitbasige Eisenbahnschienen (British Standard Specification for Flat Bottomed Railway Rails), veröffentlicht vom Engineering Standards Committee, London, Nr. 11, revidiert Juli 1909; Einheitliche Britische Vorschriften für Doppelkopf-Eisenbahnschienen (British Standard Specification for Bull Headed Railway Rails) Nr. 9, revidiert Juli 1909; Einheitliche Britische Vorschriften für Straßenbahnschienen und Laschen, Nr. 2, revidiert 1909.

c) Einheitliche Vorschriften für Stahlschienen und Laschen, (Standard Specifications for Steel Rails and Fish Plates) der American Society for Testing Materials, angenommen 1909.

Digitized by Google

Digitized by Google

			Vereinigte Staaten von Amerika	
		en	Schienen	Martinstahl-Schienen
1	Material:		Bessemer Stahl	Martin-Flußstahl
2	Herstellungsa		Wird im Vertrag festgelegt	
3	Endprodukt:	fil, ge- d ne, des on en, nd	Gerade in Richtung und Oberfläche, glatter Schienenkopf, am Ende scharf rechtwinkelig zugeschnitten, keine Walzschiefer und die Enden rein ausgearbeitet Die Schienen dürfen auf ihrer ganzen Länge von der geraden Richtungslinie nach keiner Richtung um mehr als 127 mm (5") abweichen, wenn sie zum Nachrichten den Kaltpressen übergeben werden	
4	Chemische Analyse:	len- ede na- ren an ten von 00 t itet Ge- ne ge zw. ung ren	Tägliche Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes für jeden Birneinsatz u. eine vollständige Analyse alle 24 Stunden, welche den mittleren Gehalt des Stahles an den anderen Elementen angibt, und zwar je eine für jede Tag- und für jede Nachtschicht	Genaue Bestimmung des Gehaltes an allen Elementen für jede Schmelzung
5	Chemische Zusammen setzung i Prozenten Kohlenstoff Phosphor Silizium Mangan Schwefel	 hr. chr.	 0·35 - 0·55, 0·45 - 0·55 darf 0·01 nicht überschr. „ 0·2 „ „ 0·7—1·00, „ 0·84—1·14 —	 0·46 - 0·59, 0·62 - 0·75 darf 0·04 nicht überschr. „ 0·20 „ „ 0·60—0·90 „ „ —
6	Querschnitt (Profil)	ber	Nach einer vom Besteller zu liefernden Profillehre	

Digitized by Google

nnien		Vereinigte Staaten von Amerika	
ienen	Straßenbahnschienen	Schienen	Martinstahl-Schienen
m Steg ellungs- fabriks- walzt in mer der 12·7 mm	Dasselbe, jedoch ohne Anführung des Monates	Name des Herstellers, Gewicht der Schiene, Monat und Jahr der Herstellung, gewalzt in erhabenen Buchstaben auf dem Steg und Nummer der Charge eingeschlagen auf jeder Schiene.	Name des Herstellers, Gewicht der Schiene, Monat und Jahr der Herstellung, gewalzt in erhabener Schrift auf dem Steg. Nummer der Charge und die Buchstaben O. H. eingeschlagen auf jeder Schiene
		Schienen mit dem Gewicht von 34·7 kg per lauf. m (70 lbs per yard) und darüber haben auf der Seite des Steges eine Ziffer eingeschlagen, die den Teil des Ingots angibt, aus dem die Schiene gewalzt ist.	
9 Ab- ngen für nen von —49·5 (60— bs/yard)	4·57 m (15 ft.) f. Schienen leichter als 49·5 kg/m (100 lbs/yard) 5·48 m (18 ft.) für Schienen mit dem Gewicht gleich oder größer als 49·5 kg/m (100 lbs/yard)	4·57—5·48 m (15—18 ft.) 906 kg (2000 lbs)	In 5 Abstufungen f. Schienen von 24·8—49·5 kg/m (50–100 lbs/yard)
	mindestens 1016 kg (2240 lbs)	Eine Schabotte von 9060 kg (20.000 lbs) soll zum mindesten bei der als Normalschlagprobe erklärten Maschine allgemein angewendet werden.	
ft.)	1·52 m (5 ft.)	1·22—1·83 m (4—6 ft.)	
1 (3 ft.) 1 (3½ ft.)	1·07 m (3 ft. 6 in.)	0·91 m (3 ft.)	
e	1 Schlag	1 Schlag	
Schlag entrechend dem nerschnitts- gewicht	—	—	
	—	—	
Schlag entrechend dem nerschnitts- gewicht			
jeder Charge)	1 Probe v. je 80 Schienen	1 Probe von jeder Schmelzung (Charge)	

Digitized by Google

			Vereinigte Staaten von Amerika	
		nen	Schienen	Martinstahl-Schienen
9	Zerreißpr	in.)	werden keine verlangt	
	Abmessunge Probestab	in.)		
	Zerreißfestig	mm^2 .)		
	Dehnung			
	Zahl der Pr			
10	Zurückwe	estück probe, der- ickzu- mmen, he Er- nderer ervor- Probe- ichtige ienen- ıtierte, bnisse nicht, chiene ge zu Probe Bedin- ler der urück-	Wenn eine Schiene unter der Schlagprobe bricht, sind zwei weitere Proben durchzuführen; soferne eine der beiden versagt, sind alle Schienen der gleichen Charge zurückzuweisen	

Digitized by Google

ien		Vereinigte Staaten von Amerika	
en	Straßenbahnschienen	Schienen	Martinstahl-Schienen
4. 88 m ft.) nge vor-	Normallänge 10·668, 13·716 oder 18·288 m (35, 45 oder 60 ft.). $2^1/_2$—$5^0/_0$ der Lieferung kürzer als vorgeschrieben ± 6·3 mm ($^1/_4$ in.) gegenüber der vorgeschriebenen Länge	Normallänge: 9·144 und 10·058 m (30 und 33 ft.) $10^0/_0$ der Lieferung wird angenommen in Längen, die zwischen diesen und 7·315 m (24 ft.) liegen. +6·3 mm (+$^1/_4$ in.) gegenüber der vorgeschriebenen Länge	
		Rechtwinklig am Ende abgeschnitten mit nicht mehr als 0·8 mm ($^1/_{32}$ in.) Abweichung. Die Schienen müssen seitlich und auf der Fahrfläche gerade sein	
ı.)	Für die Laschenschrauben 1·59 mm (1.6 in.)	Muß genau nach Zeichnung hergestellt sein	
		1·6 mm ($^1/_{16}$ in.)	
		1·6 mm ($^1/_{16}$ in.)	
	+0·8 mm (+$^1/_{32}$ in.). Entfernung zwischen den Laschenwinkeln +0·4 mm (+$^1/_{64}$ in.)	—0·4 mm bis +0·8 mm (—$^1/_{64}$ in. bis $^1/_{32}$ in.)	
hlt.	höchstens 0·50 kg pro laufenden Meter (1 lb. per yard)	+$^1/_2{}^0/_0$ übernommen und bezahlt nach dem wirklichen Gewicht Die Endtemperatur des Walzprozesses wird für den laufenden Meter kontrolliert durch das Schwindmaß, das bei Schienen von 10·058 m (33 ft.) Länge und 37·2 kg für den laufenden Meter (75 lb. per yard) nicht mehr als 163·5 mm ($6^7/_{16}$ in.) betragen und für jede Gewichtszunahme von 2·5 kg für jeden laufenden Meter (5 lbs./y.) infolge verstärkten Profiles um 1·6 mm ($^1/_{16}$ in.) wachsen darf	

Digitized by Google

d Formstü

1. Kupolofen

2. ockenen S
n mit Mufl
" (458 mn
ten gegoss
loch aus d
en; diesell
ne ungleic
ermieden

3. nd weich
Beimischun
werden.

hre.

4. Ende gen
en gerade
risch und
nessungen
chließlich
(762—152
re von
chließlich
"
"

stücke.
n vorgesc
Hinsicht g
annlochgu
ahme der
Mannlochd

Formstü
pen, Gesch
sichtigten

5.

	Maschinenguß	
	gewöhnlicher	von hoher Festigkeit
6. Asphaltierung		
7. Bezeichnung		
8. Gewicht		
9. Länge		
10. Normalien		

Digitized by Google

i Gießerei- —Roheisen en	Lokomotiv- Zylinder	Grau-Eisenguß
—		
4. 8(ft. ng vo		
ı.)	Jeder Zylinder muß auf jeder Seite des Sattels die Marke des Fabrikanten, die laufende Nummer, Datum und die Auftragsnummer eingegossen haben.	
hl		

Digitized by Google

	Maschinenguß	
	gewöhnlicher	von hoher Festigkeit
Anzahl d. Probestäbe	3	
Größe d. Probestabes	Länge: 600 mm ($23^5/_8$") Durchm.: 30 mm ($1^3/_{16}$")	
Bruchbelastung	ca. 495 kg (1090 lbs.)	ca. 600 kg (1320 lbs.)
Biegefestigkeit	28 kg/mm² ($17^3/_4$ t/sq.in.)	34 kg/mm² ($21^3/_5$ t/sq.in.)
Verlangte Durchbiegung	min. 7 mm ($^9/_{32}$")	min. 10 mm ($^{13}/_{32}$")
Entfernung d. Unterstützungspunkte		
Geschwindigkeit der Probe		
b) Zerreißprobe		
c) Druckprobe Höhe des Druckes		
Dauer d. Druckprobe		
Abhämmern		
15. Abweichungen Wandstärke		

Digitized by Google

on Nord-Amerika

Gießerei-Roheisen	Lokomotiv-Zylinder	Grau-Eisenguß
	1 für jeden Zylinder	4 von jedem Abstiche. Wenn der Abstich 20 t überschreitet, so müssen 2 weitere Stäbe für je 20 t oder Bruchteile davon gegossen werden.
	Länge: 14" (355 mm) Durchm.: $1^1/_4$" (32 mm)	Länge: 15" (381 mm) Durchm.: $1^1/_4$" (32 mm)
	min. 3000 lbs. (1360 kg)	2500—3300 lbs. (1140—1500 kg)
	min.: 0·10" ($2^1/_2$ mm)	min. 0·10" ($2^1/_2$ mm)
	12" (305 mm)	12" (305 mm)
		10 Sekunden für eine Durchbiegung von 0·10" ($2^1/_2$ mm)
		Wo vorgeschrieben.

Digitized by Google

Vereinigte Staaten von No

Gießere
Roheis

Du

messer oder weniger.
508, 610 mm) Durchm.
915 u. 1067 mm) „
messer.
525 mm) Durchmesser.

sser oder weniger.
08 und 610) Durchmesser.
–915 u 1067) „
1372 u. 1525) „
der „bead ends".

Lä

Ge

iger Durchmesser.
sser.
enigen, welche oben für
ahlt. Das Gesamtgewicht,
jede erhaltene Größe und
Anzahl Stücke der ange-
überschreiten.

ser oder weniger.
sser.
e.
enigen, welche oben für
rden bezahlt.

Ch

Silicium + 2
Schwefel ke
Toleranz na
oben
Gesamt-Koh
stoff keine T
ranz nach u
Mangan + 2
Phosphor + 1
des angegebe
Perzentgehal

16 gewiesen werden: Rohre
deren Gewicht um mehr
$_0$ bei größerem Durchm.
richt ist.
von 12" (305 mm) oder
n Normalgewicht ist. Das
ausnahmsweise um 12^0 $_0$
rledigung des Auftrages
len. Sobald jedoch die
sind, ist der Fabrikant
mehr verantwortlich.

Digitized by Google

Digitized by Google

LASCHEN.

Vergleichende Zusammenstellung der Vorschriften für Deutschland, Großbritannien und die Vereinigten Staaten von Nord-Amerika, zusammengestellt auf Grundlage der:

a) einheitlichen Vorschriften für die Lieferung von Oberbaueisen des „Deutschen Verbandes für Materialprüfungen der Technik", angenommen 1904, Nr. 23, Heft 1.

b) einheitlichen Britischen Vorschriften für Lieferung von Straßenbahnschienen und Laschen (British Standard Specification for Tramway Rails and Fish-Plates) Nr. 2, revidiert 1909.

c) einheitlichen Vorschriften für Lieferung von Laschen [Standard Specifications for Splice Bars (Fish-Plates)] des Amerikanischen Verbandes für Materialprüfungen der Technik. (American Society for Testing Materials) 1909.

Digitized by Google

Digitized by Google

Subkommissior

		Vereinigte Staaten Amerikas
		Laschen
1	Material . . .	—
2	Herstellungsar	In der Bessemer-Birne oder im Siemens-Martin-Ofen
3	Endprodukt . .	Rein und genau nach Schablone gewalzt. Die Länge genau zugeschnitten, frei von Schuppen oder Rissen und vollständig passend zur Schiene. Das Lochen und Ausklinken hat genau der Zeichnung und den gegebenen Maßen zu entsprechen
4	Chemische Ana	Phosphorgehalt nicht über 0·10
5	Kennzeichnung	Der Name des Erzeugers, das Jahr der Erzeugung ist in erhabenen Buchstaben auf der Seitenfläche der Lasche einzuwalzen
6	Physikalische I	
	Zerreißprobe . .	37·9—45·0 kg/mm² (54.000—64.000 lbs./sq. in.) Dehnung auf eine Länge von 203·2 mm (8 in.) nicht weniger als 25 %
	Biegeprobe:	
	Stützweite . .	Um 180° zu einer flachen Schleife zusammengebogen. Eine Lasche im vollen Profil wird erst abgeflacht und dann um 180° zu einer flachen Schleife zusammen gebogen
	Bleibende Dur	
	Aufkeilprobe . .	—
	Zahl der Proben	1 Probe von jeder Schmelzung bzw. jedem Einsatz

Digitized by Google

1.

britannien	Vereinigte Staaten Amerikas
Straßenbahnschienen	Laschen
für Straßenbahnschienen)	Jede Charge (Gußsatz oder Schmelzung) wird auf
Probe nicht den Vorschriften,	Grund der Ergebnisse der satzweise durchgeführten
aus demselben Gußsatz durch-	Proben übernommen oder zurückgewiesen
zuführen	
—	
mm ($^1/_{16}$ in).	
—	
—	Muß genau nach Schablone gewalzt sein
—	
—	
—	
Gewicht wird bezahlt	Das wirkliche Gewicht wird bezahlt

Digitized by Google

ZUSAMMENSETZUNG DES VORSTANDES ANFANGS AUGUST 1909.

Bleibendes Vorstandsmitglied:

Herr Dr. techn. **Franz Berger,** k. k. Sektionschef im Ministerium für öffentliche Arbeiten, Stadtbaudirektor a. D., Wien.

Vorstand gewählt für die Periode vom IV. zum V. Kongress.

Präsident:

Herr **Alex. Foss,** Ingenieur und Maschinenfabrikant aus Kopenhagen.

Vize-Präsidenten:

Herr Dr. Ing. **A. Martens,** Professor, Geh. Ober-Reg.-Rat, Mitglied der kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Direktor des kgl. Materialprüfungsamtes in Gr.-Lichterfelde.

Herr **Dr. Ing. N. Belelubsky,** Exz., Geh. Rat, Mitglied des Ingenieurrates im kais. Wegebau-Ministerium, em. Prof., Direktor des mechan. Laboratoriums am kais. Institut für Wegebau-Ingenieure in St. Petersburg.

Vorstands-Mitglieder:

Belgien: H. **A. Greiner,** Generaldirektor der Société John Cockerill, Seraing, Belgien.

Dänemark: H. **H. I. Hannover,** Professor der kgl. techn. Hochschule und Direktor der staatl. Materialprüfungsanstalt, Kopenhagen.

Deutschland: H. Dr. Ing. **A. Martens** (siehe oben).

Frankreich: H. **A. Mesnager,** ingénieur en chef des ponts et chaussées, directeur des Laboratoires à l'Ecole des ponts et chaussées, Paris.

Groß-Britannien: H. **G. C. Lloyd,** Secretary to the Iron and Steel-Institute, London, S. W.

Holland: H. **L. Bienfait,** Ingenieur, Mitinhaber der Materialprüfungsanstalt Koning & Bienfait, Amsterdam.

Italien: H. **J. Benetti,** ingénieur, professeur et directeur de l'Ecole R. d'application pour les ingénieurs, Bologna.

Norwegen: H. **S. A. Lund,** Abteilungsingenieur der General-Direktion der norwegischen Staatsbahnen, Christiania.

Österreich: H. **B. Kirsch,** k. k. o. ö. Professor und Vorstand des mech.-techn. Laboratoriums der technischen Hochschule, Wien.

Digitized by Google

Rumänien: H. **Constantin M. Mironesco**, inspecteur général, directeur de l'Ecole des ponts et chaussées, Bucarest.

Rußland: H. **N. Belelubsky**, (siehe oben).

Schweden: (H. **Gunnar Dillner**, Ingenieur), in Stellvertretung: H. **J. O. Roos af Hjelmsäter**, Direktor der Materialprüfungsanstalt an der kgl. techn. Hochschule in Stockholm.

Schweiz: H. **F. Schüle**, Professor am eidgen. Polytechnikum, Direktor der eidgen. Materialprüfungsanstalt in Zürich.

Spanien: H. **J. Marvà y Mayer**, général du génie, Chef de Section au Ministère de la Guerre, de l'Académie Royale des Sciences exactes, physiques et naturelles Madrid.

Ungarn: H. **C. v. Banovits**, kgl. Ministerialrat, Direktor der kgl. ung. Staatseisenbahnen i. R., Budapest.

Vereinigte Staaten von Nordamerika: Mr. **Chas. B. Dudley**, Chemist, Pennsylvania Railroad, Altoona, Pa.

Vertrauensmänner:

Australien: H. **W. H. Warren**, M. Inst. C. E., M. Am. Soc. C. E., Challis, Professor of Engineering, University of Sydney.

Finland: H. **A. Granfelt**, Direktor der finländischen Staatseisenbahnen, Helsingfors.

Luxemburg: H. **E. Brian**, Directeur des Usines de Dommeldange et des Forges d'Eich, Dommeldingen.

Portugal: H. **J. da P. Castanheiro das Neves**, ingénieur, directeur des études et essais des matériaux de construction, Lisbonne.

Serbien: H. **M. Milasinovic**, Vize-Direktor der königl. serbischen Staats-Eisenbahnen i. R., Belgrad.

Digitized by Google

KOMMISSIONEN UND REFERENTEN, DIE SEIT DEM IV. KONGRESS ZUM STUDIUM VON TECHNISCHEN AUFGABEN ERNANNT WURDEN.

Aufgabe 1.

Unter-Ausschuß 1a für Aufstellung von internationalen Lieferungsbedingungen für Eisen und Stahl.

Obmann: A. v. Rieppel, Obmann des Ausschusses 1.

Vertreter Deutschlands:

Professor R. Stribeck, Essen-Ruhr; Direktor H. Vehling, Aachener Hüttenverein, Rote Erde bei Aachen.

Vertreter Großbritanniens:

F. W. Harbord, London; F. E. Robertson, M. Inst. C. E., London.

Vertreter der Vereinigten Staaten von Nordamerika:

W. R. Webster, Philadelphia, Penna; W. Wood, Philadelphia, Penna.

Aufgabe 28.

Über die Miteinbeziehung der magnetischen und elektrischen Eigenschaften der Metalle bei ihrer mechanischen Prüfung.

Berichterstatter: Ing. Alfred Grünhut und Dr. tech. Josef Wahn, Wien, Prof. Dr. Pierre Weiss, Zürich, E. Rasch, Groß-Lichterfelde, Prof. J. W. Esterline, Lafayette.

Aufgabe 38.

Grundlagen für die Lieferungsbedingnisse für Kupfer. (Aufgestellt vom Brüsseler Kongreß 1906.)

Obmann der Kommission: Prof. Léon Guillet, Paris.

Mitglieder: C. Heckmann, Duisburg-Hochfeld; G. Selve, Altena i. W.; Dr. R. T. Glazebrook, Teddington near London;

Digitized by Google

F. Tomlinson, Manchester; G. Guillemin, Paris; P. Breuil, Paris, Olgouine, Moskau; E. Wehrenfennig, Wien; Zugmayer jun., Waldegg (N.-Österreich); G. E. Skinner, East Pittsbourgh; H. E. Diller, Chicago.

Aufgabe 30.

Aufsuchung eines möglichst einfachen Verfahrens zur Bestimmung des feinsten Mehles im Portlandzement auf dem Wege der Schlämmung oder der Windsichtung. (Beschluß des Budapester Kongresses 1901.)

Obmann der Kommission: Prof. M. Gary, Groß-Lichterfelde.

Mitglieder: Dr. A. Dyckerhoff, Biberich a. Rh.; K. G. Bamber, London; Prof. A. Mesnager, Paris; R. Feret, Boulogne s/M.; Mayntz Petersen, Kopenhagen; Eidgenössische Material-Prüfungsanstalt, Zürich.

Aufgabe 40.

Die Vereinheitlichung der Lieferungsbedingnisse für Gips. (Aufgestellt vom Brüsseler Kongreß 1906.)

Berichterstatter: Prof. M. Gary, Groß-Lichterfelde; R. Feret, Boulogne s/M.

Aufgabe 41.

Studium des Eisenbetons. (Aufgestellt vom Brüsseler Kongreß 1906.)

Obmann der Kommission*): Prof. F. Schüle, Zürich.

Obmann-Stellvertreter: Geh. Rat W. Germelmann, Berlin; Prof. A. N. Talbot, Urbana, Ill.

Mitglieder: Prof. W. H. Warren, Sydney (Australien); Paul Christophe, Brüssel; Prof. E. Suenson, Kopenhagen; T. Grut, Kopenhagen; Alf. Hüser, Oberkassel (Deutschland); E. Züblin, Straßburg i. E. (Deutschland); Prof. Dr. Ing. A. Martens, Groß-Lichterfelde; Bürstenbinder, Hamburg; Edwin O. Sachs, London; Max Clarke, London; W. Dunn, London; Prof. W. C. Unwin, London; A. Considère, Paris; Ch. Rabut, Paris; Prof. A. Mesnager, Paris; R. Feret, Boulogne; M. Tricon, Paris; S. J. Rutgers, Rotterdam; Prof. Silvio Canevazzi, Bologna; Prof. Camillo Guidi, Turin;

*) (Seit Rücktritt des H. A. Considère, anfangs 1908.)

Digitized by Google

Claudio Segré, Rom; Kgl. norwegisches Wegebaudirektorat, Christiania; V. Brausewetter, Wien; Prof. J. Melan, Prag; Prof. B. Kirsch, Wien; Dr. F. v. Emperger, Wien; Prof. Dr. N. Belelubsky, St. Petersburg; Droujinine, St. Petersburg; Boguslawsky, St. Petersburg; Abramoff, St. Petersburg; R. Maillart, Zürich; Dr. Richard Zielinski (Szilard), Budapest; Josef Schustler, Budapest; Prof. A. Czakó, Budapest; Prof. E. Tourneaure, Wisconsin.

Aufgabe 42.

Einheitliche Prüfung hydraulischer Bindemittel mittelst Prismen und Bestimmung eines Normalsandes. (Aufgestellt vom Brüsseler Kongreß 1906.)

Obmann der Kommission: Prof. F. Schüle, Zürich.

Mitglieder: Laboratoire des Ponts et Chaussées, Boulogne s/M. (R. Feret); Laboratoire des Ponts et Chaussées, Paris (A. Mesnager, Mercier); Laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers, Paris (Leduc); Kgl. Material-Prüfungsamt, Gr.-Lichterfelde (Prof. Dr. Ing. A. Martens, Prof. M. Gary); Laboratorium des Vereines deutscher Portland-Zementfabrikanten, Karlshorst bei Berlin (Dr. Framm); Eidgenössische Material-Prüfungsanstalt, Zürich (Prof. Schüle); Mechanisches Laboratorium des kaiserl. Wegebauinstitutes, St. Petersburg (Prof. Dr. Ing N. Belelubsky, Prof. Bogdansky); Mechanisch-technisches Laboratorium der technischen Hochschule, Wien (Prof. B. Kirsch); Dänische Staatsprüfungsanstalt in Kopenhagen (Mayntz Petersen); Ecole d'applications pour les Ingénieurs, Bologna (Prof. S. Canevazzi); Laboratoire de l'arsenal de l'Etat Belge, Malines (E. Camerman); Material-Prüfungsanstalt von Bienfait & Koning, Amsterdam (L. Bienfait); Materials Testing Laboratory United States Geological Survey (R. L. Humphrey), Philadelphia, Pa.

Aufgabe 39.

Grundlagen der Lieferungsbedingungen für Öle für technische Zwecke. (Aufgestellt auf dem Kongresse zu Brüssel 1906.)

Obmann der Kommission: Dr. M. Albrecht, Hamburg.

Obmann-Stellvertreter: E. Camerman, Malines (Belgien).

Digitized by Google

Mitglieder: A. Jakobsen, Kopenhagen; Prof. Dr. Holde, Gr.-Lichterfelde; Havald Buch, Christiania; Dr. R. T. Glazebrook, Teddington b. London; P. Breuil, Paris; H. Baucke, Amsterdam; H. Cattaneo, Rom; J. Großmann, Wien; R. Kind, Aussig a. E. (Österreich); Gebrüder Sulzer, Winterthur; A. H. Gill, Boston; H. A. Julius, Midland Junction, Western Australia.

Digitized by Google

VERZEICHNIS DER DEM V. KONGRESS □ IN KOPENHAGEN VORGELEGTEN □ BERICHTE.

A. METALLE.

Metallographie.

I$_1$ **Über die Fortschritte der Metallographie seit dem Brüsseler Kongreß bis Beginn des Jahres 1909.** Offizieller Bericht von Prof. **E. Heyn,** Groß-Lichterfelde.

I$_2$ **Über Spezialstähle.** Von Prof. **L. Guillet,** Paris.

I$_3$ **Wärmebehandlung von Federstahl.** Von **Lawford H. Fry,** Paris.

I$_4$ **„Schlacken-Einschlüsse" in Stahl (Flußeisen).** Von **Walter Rosenhain,** Teddington.

Härteprüfung.

II$_1$ **Härteprüfung.** Von Dr. techn. **P. Ludwik,** Wien.

II$_2$ **Vorrichtung zur vereinfachten Prüfung der Kugeldruckhärte und die damit erzielten Ergebnisse.** Von Prof. Dr. Ing. **A. Martens** und Prof. **E. Heyn,** Groß-Lichterfelde.

II$_3$ **Die Anwendung der Kegeldruckprobe zur Härtebestimmung von Eisenoberbaumateriale.** Von Dr. techn. **August Geßner,** Wien.

II$_4$ **Untersuchungen über die Brinellsche Methode der Härtebestimmung.** Von **Harold Moore,** Woolwich-Arsenal, England.

Schlagproben.

III$_1$ **Offizieller Bericht über die Erprobung von Metallen durch Schlag.** Von **G. Charpy,** Montluçon.

III$_2$ **Über Schlagbiegeproben an eingekerbten Stäben.** Von Prof. **F. Schüle,** unter Mitwirkung von **Ed. Brunner,** Zürich.

III$_3$ **Die Definition der spezifischen Schlagarbeit bei Schlagversuchen.** Von **Louis Révillon,** Paris.

III$_4$ **Schlagversuche bei verschiedener Temperatur.** Von Prof. **Léon Guillet** und **Louis Révillon,** Paris.

III$_5$ **Schlag-Zerreißproben.** Von **Pierre Breuil,** Paris.

III$_6$ **Anwendung der neuen Prüfungsverfahren auf Kupferlegierungen.** Von Prof. **Léon Guillet** und **Louis Révillon,** Paris.

III$_7$ **Vergleichende statische und dynamische Kerbbiegeproben.** Von Dr. techn. **A. Leon** und Dr. techn. **P. Ludwik,** Wien.

III$_8$ **Bericht über in der Längsrichtung normaler zylindrischer Stäbe durchgeführte Schlagproben.** Von **P. Welikhow,** Moskau.

III$_9$ **Einzelprüfung wichtiger Konstruktionsteile.** Von **O. Hönigsberg,** Wien.

Dauerversuche.

IV$_1$ **Die Widerstandsfähigkeit von Stahl gegen wiederholte wechselnde Belastungen.** Offizieller Bericht von **James E. Howard,** Watertown, Mass.

IV$_2$ **Qualitäts- und Dauerversuche mit Kupferdrähten.** Von Prof. **F. Schüle** und **E. Brunner,** Zürich.

Gußeisenprüfung.

V$_1$ **Bericht zu den Versuchstabellen über Festigkeits-Eigenschaften von Gußeisen bei verschiedenen Querschnitten von separat gegossenen und aus Gußstücken herausgearbeiteten Probestäben.** Von **Gebrüder Sulzer,** Winterthur.

Digitized by Google

Einfluß erhöhter Temperaturen auf die mechanischen Eigenschaften der Metalle.

VI$_1$ **Offizieller Bericht** von Prof. **M. Rudeloff,** Gr.-Lichterfelde.

Elektrizität und Magnetismus bei der mechanischen Prüfung.

VII$_1$ **Über die Miteinbeziehung der magnetischen und elektrischen Eigenschaften der Materialien bei ihrer mechanischen Prüfung.** Bericht von **Alfred Grünhut** und Dr. techn. **Josef Wahn,** Wien.

VII$_2$ **Der Ferromagnetismus und das Studium der Metalle und Legierungen.** Von Prof. Dr. **Pierre Weiß,** Zürich.

VII$_3$ **Methode zur Bestimmung elastischer und kritischer Materialspannungen mit Hilfe thermisch-elektrischer Messungen.** Von **E. Rasch,** Groß-Lichterfelde.

VII$_4$ **Bericht zu dieser Frage.** Von **J. W. Esterline.** Lafayette.

Kommissionsberichte.

VIII$_1$ **Aufstellung von internationalen Lieferbedingungen für Eisen und Stahl.** Unterausschußbericht. Vom Obmann der Kommission I, Dr. Ing. **A. v. Rieppel,** Nürnberg.

VIII$_2$ **Über die einheitliche Nomenklatur von Eisen und Stahl.** Bericht der Kommission 24, vorgelegt von Prof. **H. M. Howe,** Präsident, New-York, und Prof. **Albert Sauveur,** Schriftführer, Cambridge, Massahusetts.

VIII$_3$ **Grundlagen für Lieferungsbedingnisse für Kupfer.** Bericht der Kommission 38, vorgelegt vom Präsidenten Prof. **Leon Guillet,** Paris.

Diverse Einzelberichte.

VIII$_4$ **Über einen neuen Spiegelapparat zu Elastizitätsmessungen.** Von Prof. **Bernhard Kirsch,** Wien.

VIII$_5$ Ist nicht erschienen.

VIII$_6$ **Vereinheitlichung der Prüfungsverfahren für Dampf-, Gas- und Wasserröhren.** Von **A. C. Karsten,** Kopenhagen.

VIII$_7$ **Die Funken als Erkennungszeichen der Stahlsorten.** Von **Max Bermann,** Budapest.

Innere Kräfte.

VIII$_8$ **Über Grundlagen der technologischen Mechanik.** Von Dr. techn. **Paul Ludwik,** Wien.

VIII$_9$ **Innere Reibung der beanspruchten Materialien.** Von Prof. **G. H. Gulliver,** B. Sc., Edinburg.

VIII$_{10}$ **Über die Spannungsstörungen beim Verbund verschiedener Materialien.** Von Dr. techn. **A. Leon,** Wien.

VIII$_{11}$ **Der Zusammenhang zwischen den durch Zug und Druck verursachten bleibenden Formänderungen.** Von Dr. Ing. **Wilhelm Misángyi,** Budapest.

VIII$_{12}$ **Zähigkeit und Bildsamkeit.** Von Dr. Ing. **Wilhelm Misángyi,** Budapest.

B. ZEMENT, BETON, STEINE.

Eisenbeton.

IX$_1$ **Bericht der Eisenbetonkommission.** Vorgelegt vom Präsidenten der Kommission 41, Prof. **F. Schüle,** Zürich; mit folgenden Beilagen:

a) **Wissenschaftliche Versuche und Versuche zur Kontrolle der Bauausführung auf dem Gebiete des Eisenbetonbaues in Deutschland.** Mitgeteilt vom Deutschen Ausschuß für Eisenbeton, Berlin.

b) **Expériences et essais de contrôle sur le béton armé en Italie.** Rapport de M. le prof. **J. Benetti,** Bologne.

Digitized by Google

c) **Eisenbetonversuche in Dänemark.** Mitgeteilt von Prof. **E. Suenson,** Kopenhagen.

d) **Versuche mit Eisenbeton-Konstruktionen in Holland.** Mitgeteilt von **S. J. Rutgers,** Rotterdam.

e) **Recherches expérimentales sur le béton armé en Suisse.** Rapport de M. le prof. **F. Schüle,** Zurich.

IX$_2$ Eisenbeton-Konstruktionen. Größe der Formänderungen unter der Gebrauchslast. Anhang zum Kommissionsbericht von **Charles Rabut,** Paris.

IX$_3$ Unfälle im Eisenbetonbau. Anhang zum Kommissionsbericht von Dr. techn. **Fr. v. Emperger,** Wien.

IX$_4$ Einfluß wiederholter Beanspruchung auf die Haftfestigkeit von Beton an Eisen mit reiner und verrosteter Oberfläche. Von Prof. **Bernhard Kirsch,** Wien.

IX$_5$ Die Bedeutung dünner Querversteifungen im Eisenbeton. System des freien Verbundes. Von **W. Nekrassow,** St. Petersburg.

Fortschritte in den Methoden der Zementprüfung.

X$_1$ Fortschritte in den Prüfungsverfahren hydraulischer Bindemittel. Offizieller Bericht von **R. Feret,** Boulogne-sur-mer.

X$_2$ Einheitliche Prüfung hydraulischer Bindemittel mittelst Prismen. Normalsand. Kommissionsbericht von Prof. **F. Schüle,** Zürich.

X$_3$ Über beschleunigte Volumenbeständigkeitsproben der Zemente. Vom Obmann der Kommission 32 **Bertram Blount,** London.

X$_4$ Beschleunigte Prüfung hydraulischer Bindemittel auf ihre Bindekraft. Kommissionsbericht vorgelegt von Dr. techn **Fr. Berger,** Wien, mit Anhängen X$_5$, X$_6$.

X$_5$ Die Warmwasser-Schnellproben des Zementes. Anhang zu X$_4$ von **L. Deval,** Paris.

X$_6$ Beschleunigte Prüfung hydraulischer Bindemittel auf ihre Bindekraft. Anhang zu X$_4$ vorgelegt von **Alfred Greil,** Wien.

X$_7$ Aufsuchung eines möglichst einfachen Verfahrens zur Bestimmung des feinsten Mehles im Portland-Zement auf dem Wege der Schlämmung oder Windsichtung. Kommissionsbericht zu Aufgabe 30 von Prof. **M. Gary,** Groß-Lichterfelde, mit:

X$_8$ Anhang zu diesem Bericht von **P. Mayntz Petersen,** Kopenhagen.

X$_9$ Grundlagen für einheitliche Gipsprüfung. Bericht über die Aufgabe 40. Von **R. Feret** und Prof. **M. Gary.**

X$_{10}$ Prüfung der Puzzolane auf ihren mörtel-technischen Wert. Kommissionsbericht 11. Von **G. Herfeldt,** Andernach a. Rh.

X$_{11}$ Über das beste Verfahren zur Bestimmung der Abbindezeit. Von **H. Laborbe,** Paris.

X$_{12}$ Die Entwicklung der Erhärtung der Roman- und Portlandzemente im Brei, im Mörtel und im Beton. Im Auftrage des ungarischen Verbandes für Materialprüfung von Prof. Dr. **Constantin Zielinski,** Budapest.

Zement im Meerwasser.

XI$_1$ Über die Zersetzung von Mörtel durch schwefelsäurehältige Wässer. Von **J. Bied,** Le Teil, Viviers, Ardèche.

XI$_2$ Über das Verhalten von Zementblöcken in einigen russischen Häfen des Schwarzen und Kaspischen Meeres. Von **W. Czarnomski,** St. Petersburg.

XI$_3$ Versuche mit Eisenbeton in Meerwasser. Von Prof. **M. Möller,** Braunschweig.

XI$_4$ Zement in Meerwasser. Von **A. Poulsen,** Lemvig.

Wetterbeständigkeit der Bausteine.

XII$_1$ Über Wetterbeständigkeit von Steinen. Kommissionsbericht von Prof. **A. Hanisch,** Wien, mit folgenden Anhängen:

XII$_2$ Schemata zur Prüfung natürlicher Bausteine auf ihre Wetterbeständigkeit. Von Prof. Dr. **J. Hirschwald,** Charlottenburg.

XII$_3$ Zur Theorie der Frostwirkung auf natürliche Steine. Von Prof. Dr. **H. Seipp,** Kattowitz.

XII$_4$ Über Frostbeständigkeit. Von **E. Leduc,** Paris.

Digitized by Google

Diverse Einzelberichte.

XIII$_1$ **Über das Anbinden der Mörtel nach verschiedenen Arbeitspausen.** Von Prof. **B. Kirsch,** Wien.

XIII$_2$ **Einiges über Trass, Trass-Zement und Zement-Kalkmörtel.** Von Dr. techn **Heinrich Renezeder,** Wien.

XIII$_3$ **Beitrag zu den Untersuchungsmethoden der elastischen Längsänderungen des Betons.** Von Dr. Ing. **B. v. Bresztovszky,** Budapest.

XIII$_4$ **Über Einfluß fehlerhafter Mörtelmischung.** Von Prof. **J. A. v. d. Kloes,** Delft.*)

XIII$_5$ **Über die neuen deutschen Normen für Zementprüfung.** Von **M. Gary.***)

XIII$_6$ **Über die spezifische Wärme feuerfester Materialien bei hoher Temperatur.** Von **J. W. Mellor,** Stoke-on-Trent.

C. DIVERSES.

Öle.

XIV$_1$ **Offizieller Bericht.** Von Dr. **M. Albrecht,** Hamburg.

Kautschuk.

XV **Zu den Prüfungsverfahren des Kautschuks.** Von **E. Camerman,** Bruxelles.

XV$_1$ **Mechanische Prüfung des Kautschuks und der Gewebe.** Von **P. Breuil,** Paris.

XV$_2$ **Beitrag zur mechanischen Prüfung von Weichgummi.** Von **K. Memmler** und **A. Schob,** Gr.-Lichterfelde.

Holz.

XVI$_1$ **Über den gegenwärtigen Stand der Holzuntersuchungen in der Forstabteilung des Ackerbauministeriums der Vereinigten Staaten.** Von **William Kendrick Hatt,** Lafayette, Ind.

Rostschutzmittel.

XVII$_1$ **Über den Angriff des Eisens durch Wasser und wässerige Lösungen.** Von Prof. **E. Heyn** und Dr. **O. Bauer,** Gr.-Lichterfelde.

XVII$_2$ **Über schützende Anstriche für Eisen und Stahl. Übersicht der Arbeiten des Amerikanischen Verbandes für Materialprüfung.** Vorgelegt von **S. S. Voorhees,** Washington D. C.

XVII$_3$ **Studie über Rostschutzmittel für Metallkonstruktionen.** Von **Em. Camerman,** Brüssel.

XVII$_4$ **Ein Wort für die internationale Erforschung von Anstrichmassen für Eisen und Stahl.** Von **J. Cruickshank Smith,** London.

Papier.

XVIII$_1$ **Wiederholte Inanspruchnahme der Papiere.** Von Prof **A. Rejtő,** Budapest.

Allgemeines.

XIX$_1$ **Über das Versuchswesen auf dem Gebiete des Automobilismus.** Von W. Exner, Wien.*)

XIX$_2$ **Über die internationale gesetzliche Regelung des technischen Versuchswesens.** Von W. Exner, Wien.*)

*) Kurze Inhaltsangabe der auf dem Kongreß zu machenden Mitteilung.

Digitized by Google

ınd III). Tabelle I.

	nmen	1907 einzeln	1907 zusammen	1908 einzeln	1908 zusammen
		Francs		Francs	
a)		17.735·11		12.758·45	
b)		2.894 40		2.394·73	
	29·75		20.629·51		15.153·18
a)		1.731·27		3.313·77	
b)		1.070·58		1.582·15	
	9·65		2.801·85		4.895·92
c)					
	9·40	—	23.431·36	—	20.049 10

Digitized by Google

Vertrauensmänner in Francs.

Tabelle II.

e l- t irt	Aus-gaben	1908 Saldo per 1. Jänner	Einnahmen aus Mitglieder-Beiträgen und Subventionen	Summe	An die Zentral-Kassa abgeführt	Aus-gaben	Saldo Ende 1908
		Francs					
28	—·—	—·—	157 50	157·50	157·50	—·—	—·—
50	33·50	—·—	562·50	562·50	553·—	9·50	—·—
86	35·46	43·43	653·19	696 62	574·56	44·59	77·47
—	655·13	507·62	4.315·81	4.823·43	3.375·—	571·85	876·58
—	50·—	—·—	712·50	712·50	660·—	52·50	—·—
—	13 70	— 13·70	217 50	203·80	213·10	4·40	— 13·70
30	178·75	—·—	1.260·—	1.260·—	1.157·55	102·45	—·—
93	54·16	71·82	317·52	389·34	262·50	39·75	87·09
50	55·—	37·10	345·—	382·10	300·—	30·—	52·10
.	—·—	—·—	45·—	45·—	45.—	—·—	—·—
77	57·50	85·78	292·73	378·51	276 47	25·92	76·12
—	426·40	264·41	2.505·71	2.770·12	1.890·—	605·23	274·89
50	9·85	0·35	105·—	105·35	88·55	6·80	10·—
—	25·20	22·30	120·—	142 30	110·—	14·60	17·20
—	805·77	—·—	1.166·76	1.166·76	525·—	641·76	— —
—	—·—	—·—	367·50	367·50	367·50	—·—	—·—
—	112·17	37·43	662 50	699·93	576·65	93·40	29·88
25	2·25	—·—	22·50	22·50	22 50	1·25	— 1·25
50	—·—	—·—	202·50	202·50	202·50	—·—	—·—
60	33·79	14 04	574·44	588·18	462·—	30·91	95·27
85	345·77	—·—	2.298·78	2.298·78	2.178·96	119·82	—·—
84	2894·40	1070·58	16.904·64	17.975·32	13.998·34	2394·73	1582·15

Digitized by Google

Einn	sammen	1907 einzeln	1907 zusammen	1908 einzeln	1908 zusammen
	s	Francs		Francs	
Saldo-Vo 1. Jän					
1. Mitglie u. Sub					
		7.491·18		7.560·--	
a) Von Vorstand u. Vertrau nach Abz waltungs den Läne					
b) Direk Zentralka gang					
Australie					
Belgien					
Brasilien		1.252·44		2.940·02	
Chili . .					
Griechen					
Großbrita					
Italien .		228·28		199·35	
Japan .					
Luxembu					
Rußland					
Schwede					
Spanien					
Ungarn					
Vereinigt		769·35		252·18	
Norda	.678·02		9.741·25		10.951·55
2. Zinsen differe Divers					
3. Subve Organ Komite	.039·58		7.993·86		1.806·90
4. Erlös Kongr	200·97		1.731·27		3.313·77
	.918·57	—	**19.466·38**	—	**16.072·22**

Digitized by Google

K
1.

Digitized by Google

MITGLIEDERSTAND IM AUGUST.

	1906	1909
Argentinien	1	1
Australien	4	17
Belgien	66	82
Brasilien	2	4
Canada	2	8
Chili	1	3
Dänemark	51	199
Deutschland	351	375
Frankreich	172	166
Griechenland	—	1
Großbritanien	64	108
Holland	43	43
Italien	51	65
Japan	1	1
Luxemburg	4	10
Norwegen	41	50
Österreich	182	225
Portugal	14	17
Rumänien	21	20
Rußland	362	299
(Finland)	(30)	(33)
Schweden	53	61
Schweiz	75	83
Serbien	3	3
Spanien	25	27
Ungarn	76	89
Vereinigte Staaten von Nordamerika	241	290
Summe	1906	2247

Digitized by Google

Digitized by Google

VERZEICHNIS

der den Internationalen Verband unterstützenden Behörden, Vereine und Personen.

Kgl. preußisches Kriegsministerium, Berlin	550	M
Verein Deutscher Ingenieure, Berlin	100	„
Verein deutscher Eisenindustrieller, Berlin	100	„
Verein zur Beförderung des Gewerbefleißes, Berlin	100	„
Verein deutscher Eisenhüttenleute, Düsseldorf	100	„
Hohenlohe-Werke, A.-G., Hohenlohehütte, O. S.	100	„
Verein deutscher Portland-Zementfabrikanten, Heidelberg	60	„
Deutscher Verband für die Materialprüfungen der Technik	50	„
Verband deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine, Berlin	50	„
Verein deutscher Chemiker, Mannheim	20	„
Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure	20	„
Deutscher Verein für Ton-, Zement- und Kalkindustrie, E. V., Berlin	10	„

Verein der österreichischen Zementfabrikanten	500	K
Zentralverein der Bergwerksbesitzer Österreichs	100	„
Niederösterreichischer Gewerbeverein	100	„
Österreichischer Ingenieur- und Architektenverein	100	„
Prager Eisenindustrie-Gesellschaft	100	„
Verein der Montan, Eisen- und Maschinenindustriellen	100	„
Österr. Alpine Montan-Gesellschaft	50	„
Dampfkessel-Untersuchungs- und Prüfungsanstalt	50	„
K. k. pr. ö. Bodenkreditanstalt	50	„
K. k. Direktion für den Bau der Wasserstraßen	30	„
Golleschauer Portlandzementfabrik	10	„

Dansk Ingeniör-Forening in Kopenhagen	50	Frcs
Tekniske Forening in Kopenhagen	25	„

American Society for Testing Materials	100	Frcs

The Iron and Steel Institute, London	125	Frcs
The British Fire Prevention Committee, London	63	„
H. F. Tomlinson, Manchester	25	„

Digitized by Google

Ungarischer Verband für die Materialprüfungen der Technik . . . . 50 K

Administration Centrale des chemins de fer de l'Etat russe . . . . . 125 K
Bureau des fabricants des ciments russes, Petersburg . . . . . 100 „
Bureau des forges russes . . . . . 100 „
Administration du chemin de fer de Perm . . . . . 50 „
„ „ „ „ „ „ Baskountschak . . . . . 50 „
„ „ „ „ „ „ Riga Orel . . . . . 50 „
„ „ „ „ „ „ Moscou-Koursk . . . . . 50 „
„ „ „ „ „ Sud-Ouest . . . . . 50 „
„ „ „ „ „ „ Poléssié . . . . . 50 „
„ „ „ „ „ „ Nikolas . . . . . 50 „
„ „ „ „ „ „ Kharkow-Nicolaeff . . . . . 50 „

Jernkontoret, Stockholm . . . . . 139 Frcs

Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen, Bern . . . . . 50 Frcs
Verein Schweizerischer Zementfabriken in Dittingen . . . . . 50 „
Verein Schweizerischer Maschinenindustrieller, Zürich . . . . . 50 „

Digitized by Google

STATUTEN DES INTERNATIONALEN VERBANDES FÜR DIE MATERIAL-PRÜFUNGEN DER TECHNIK.

BESCHLOSSEN AUF DEM BUDAPESTER KONGRESS 1901. ABGEÄNDERT AUF DEM BRÜSSELER KONGRESS 1906 UND AUF DEM KOPENHAGENER KONGRESS 1909.

§ 1.

Der Verband führt den Namen „Internationaler Verband für die Materialprüfungen der Technik".

§ 2.

Der Verband bezweckt die Entwicklung und Vereinbarung einheitlicher Prüfungsverfahren zur Ermittlung der technisch wichtigen Eigenschaften der Baustoffe und anderer Materialien der Technik, sowie der Vervollkommnung der hiezu dienenden Einrichtungen.

Die Erreichung dieses Zweckes wird angestrebt:

1. durch die Kongresse und die Verhandlungen des Verbandes,
2. durch die Herausgabe einer Verbandszeitschrift,
3. durch sonstige den Zielen des Verbandes förderlich erscheinende Maßnahmen.

§ 3.

Die Mittel, welche zur Erreichung der im § 2 bezeichneten Zwecke erforderlich sind, werden gewonnen:

1. durch Jahresbeiträge der Mitglieder,
2. durch den Ertrag der Zeitschrift,
3. durch sonstige Zuwendungen.

§ 4.

Mitglied des Verbandes kann jeder werden, der durch zwei Mitglieder zur Aufnahme vorgeschlagen wird.

Behörden- und Fachvereine können sich unmittelbar zum Eintritt melden.

Digitized by Google

Der Vorschlag, bezw. die Anmeldung ist schriftlich an den Präsidenten des Verbandes oder an ein Vorstandsmitglied zu richten.

Der Austritt ist schriftlich beim Präsidenten oder einem Vorstandsmitgliede anzumelden.

§ 5.

Jedes Mitglied hat die Pflicht, die Zwecke des Verbandes nach Möglichkeit zu fördern.

Jedes Mitglied zahlt als jährlichen Beitrag mindestens 8 Mark (10 Francs = 9.50 Kronen = 4 Rubel = 8 Shilling = 2 Dollar[1]).

Der Vorstand ist ermächtigt, zur Deckung außerordentlicher, im Interesse des Verbandes zu bestreitender Auslagen eine Erhöhung des Jahresbeitrages eintreten zu lassen.

§ 6.

Jedes Mitglied hat für die Zeit, für welche es seinen Beitrag leistet, Anspruch auf den Bezug der Verbandsmitteilungen.

§ 7.

Der Verband hält in der Regel alle zwei Jahre einen Kongreß ab.

Die Verhandlungen auf den Kongressen finden in Vollversammlungen und in Sektionssitzungen statt.

Die Sektionen werden für bestimmte Materialgruppen nach Bedarf gebildet. Derzeit:

I. Sektion: Metalle.

II. Sektion: Künstliche und natürliche Bausteine und deren Bindemittel.

III. Sektion: Die übrigen Materialien der Technik.

In den Sektionen werden alle Sonderfragen behandelt.

Die Bestellung der Bureaux für die einzelnen Sektionen hat durch die Teilnehmer an den Sektionsberatungen unter Leitung eines Vorstandsmitgliedes zu geschehen.

Über die Ergebnisse der Sektionsverhandlungen muß am Schluß des Kongresses in einer Vollversammlung berichtet werden, welche die Beschlüsse nach den Anträgen der Sektionen faßt.

[1]) Die Beiträge sind an die für jedes Land zu bezeichnende Zahlstelle zu entrichten. Beiträge, die bis zum 1. Juli nicht eingingen, werden durch Vermittlung der Post eingezogen.

Die Mitgliedskarte dient als Quittung.

Digitized by Google

Die Kommissionsberichte, Vorstandsanträge und Vorlagen für die Kongresse sind in deutscher, französischer und englischer Sprache zu drucken und tunlichst schon 14 Tage vor dem Kongreß allen gemeldeten Teilnehmern (nach ihrer Wahl in einer der drei Sprachen) zu übersenden.

Die Kongreßbeschlüsse müssen in allen drei Sprachen abgefaßt und sämtlichen Mitgliedern zugesendet werden.

§ 8.

Die Angelegenheiten des Verbandes besorgt der Vorstand.

Dieser besteht aus dem Präsidenten und aus den Vorstandsmitgliedern.

Jedes im Verbande durch *mindestens 20 Mitglieder* vertretene Land kann ein Mitglied in den Vorstand wählen.

Für jedes Land mit einer geringeren Mitgliederzahl kann der Vorstand einen Vertrauensmann berufen, der den Vorstandsberatungen mit beratender Stimme beigezogen wird.

Der Präsident wird vom Kongreß, die Vorstandsmitglieder dagegen werden durch die Mitglieder der betreffenden Länder gewählt.

Solange diese Wahl nicht erfolgt, bleibt das bisherige Vorstandsmitglied im Amt.

Die Vorschläge für die Neuwahl der Vorstandsmitglieder hat der Präsident vor jedem Kongreß einzuleiten.

Die Wahl der beiden Vizepräsidenten erfolgt durch den Vorstand aus seiner Mitte.

Der Vorstand hat das Recht, Mitglieder, die den Verband geleitet haben, zu bleibenden Mitgliedern des Vorstandes zu ernennen.

Der Vorstand ist beschlußfähig, wenn derselbe ordnungsmäßig nach der Bestimmung der Geschäftsordnung einberufen wurde und sich unter den Erschienenen der Präsident oder in dessen Verhinderung ein Vizepräsident befindet.

Wiederwahl ist zulässig.

Wenn während der Amtsdauer ein Vorstandsmitglied ausscheidet, so ist für den Rest der Amtsdauer des Ausgeschiedenen ein Ersatzmann zu wählen und ist diese Zuwahl vom Präsidenten ohne Verzug bei den Mitgliedern des betreffenden Landes einzuleiten.

Im Falle des Ablebens oder der Demission des Präsidenten beauftragt der Vorstand ein Vorstandsmitglied mit der Fortführung der Präsidialgeschäfte bis zum nächsten Kongreß.

Digitized by Google

Die Amtsdauer des Vorstandes währt von einem Kongreß zum anderen.

§ 9.

Die Verbandsgeschäfte besorgt ein besoldeter Generalsekretär nach den Anordnungen des Präsidenten.

Die einzelnen Vorstandsmitglieder führen die Verbandsgeschäfte in den Ländern, denen sie angehören.

§ 10.

Die Beschlüsse der Kongresse über technische Fragen sollen dazu dienen, die Anschauung der Mehrheit zum Ausdruck zu bringen, sie sollen daher in der Form von Empfehlungen gegeben werden und haben keinen verbindlichen Charakter.

§ 11.

Die Kongreßbeschlüsse haben nur Gültigkeit, wenn sie mit mindestens $^3/_4$ der abgegebenen Stimmen gefaßt werden.

Jedes anwesende Mitglied des Verbandes sowie die Vertreter von Fachvereinen und Behörden haben eine Stimme.

Die Rechte und Pflichten eines Verbandsmitgliedes erleiden keinen Abbruch, wenn dasselbe auch gleichzeitig Mitglied eines dem Internationalen Verbande angehörigen nationalen oder anderen Verbandes ist.

§ 12.

Die technischen Aufgaben des Verbandes werden vom Kongreß oder vom Vorstande festgesetzt.

Sie werden zur Bearbeitung Kommissionen oder Berichterstattern überwiesen, welche vom Vorstande bestellt werden.

§ 13.

Der Vorstand gibt sich seine Geschäftsordnung nach Maßgabe der Statuten und des Bedürfnisses selbst.

§ 14.

Wenn der Verband sich auflöst, so fällt das etwa vorhandene Vermögen dem Internationalen Verein vom Roten Kreuze zu.

Digitized by Google

PROTOKOLL DER XIX. VORSTANDS-SITZUNG,

ABGEHALTEN IM RATHAUSE ZU KOPENHAGEN, 5., 6. UND 11. SEPTEMBER 1909.

---

1. Sitzungstag, den 5. September, 2 Uhr nachmittags.

Anwesend sind:

Der Präsident, H. Ing. Alex Foss,

die Vizepräsidenten, H. Geheimer Regierungsrat Prof. Dr Ing. A. Martens, Groß-Lichterfelde, W. und Exz. Prof. Dr. N. Belelubsky, St. Petersburg;

die Vorstandsmitglieder:

H. k. k. Sektionschef Dr. techn. Franz Berger, Wien,
H. Prof. J. Benetti, Bologna,
H. Ing. L. Bienfait, Amsterdam,
H. Charles B. Dudley, Altoona,
H. Generaldirektor A. Greiner, Seraing,
H. Prof. H. I. Hannover, Kopenhagen,
H. Prof. B. Kirsch, Wien,
H. G. C. Lloyd, London,
H. Sektionsing. S. A. Lund, Christiania,
H. Prof. A. Mesnager, Paris,
H. Generalinspektor C. Mironesco, Bucarest,
H. Hofrat Prof. A. Rejtő, Budapest,
H. Direktor J. O. Roos af Hjelmsäter, Stockholm,
H. Prof. F. Schüle, Zürich.
ferner der Generalsekretär H. Ing. E. Reitler.

In Begleitung des H. Greiner:

H. Ing. H. de Gorski, Seraing,

Digitized by Google

Der Präsident begrüßt die Versammlung, dankt den Herren für ihr zahlreiches Erscheinen und spricht den Wunsch auf das gute Gelingen des Kongresses aus. Er übermittelt dem Vorstande die Einladung des Königs, Montag abends bei demselben zu dinieren.

Genehmigung des Protokolles der XVIII. Vorstandssitzung.

Das Protokoll wird genehmigt.

Ernennung von Ehrenpräsidenten und Ehrenschriftführern.

Der Präsident legt folgende Liste der Ehrenpräsidenten und Ehrenschriftführer vor, die dem Kongresse zur Genehmigung vorgelegt werden soll.

Ehrenschriftführer der Vollversammlung.

H. Brignon, Colonel, Directeur des Ateliers de l'Artillerie à Puteaux.

H. P. D. C. Kley, Professor der techn. Hochschule, Delft.

M. G. C. Lloyd, Seretary of the Iron and Steel Institute, London.

H. A. Greil, Baurat, Leiter der städtischen Versuchsanstalt in Wien.

Ehrenpräsidenten der Sektionen.

Sektion A (Metalle).

Belgien: *Léon Thiriot,* Ing. en chef, Directeur des Chemins de fer de l'Etat Belge, Bruxelles.

Dänemark: *G. A. Hagemann,* Direktor der technischen Hochschule, Kopenhagen.

Deutschland: Dr. *H. Zimmermann,* Wirkl. Geheimer Oberbaurat, Berlin.

Frankreich: *H. Le Chatelier,* Inspecteur général des Mines, Membre de l'Académie des Sciences de l'Institut de France, Paris.

Großbritannien: *J. E. Stead,* F. R. S., London.

Holland: *J. Schroeder van der Kolk,* Reichsingenieur, s'Gravenhage.

Italien: *St. Fadda,* Ingénieur-Directeur, Rome.

Digitized by Google

Norwegen: *I. E. Gunstensen,* Direktor der technischen Lehranstalt in Trondhjem.

Österreich: Se. Exz. Dr. *Wilhelm Exner,* Geheimrat, Sektionschef, Wien.

Rußland: Exz. *D. Tschernoff,* Professor, St. Petersburg.

Schweden: *J. Brinell,* Oberingenieur, Stockholm.

Schweiz: *Julius Weber,* Direktionspräsident der schweizerischen Lokomotivfabrik, Winterthur.

Ungarn: *Geduly Gyula,* Ministerialrat, Direktor der kgl. ungar. Staatsbahnen, Budapest.

Vereinigte Staaten von Nordamerika: *W. R. Webster,* Consulting Engineer, Philadelphia.

Sektion B (Steine, Zemente etc.).

Belgien: *Van Volsom,* Ingenieur, Bruxelles.

Dänemark: *H. C. V. Möller,* Präsident des technischen Vereines, Hafenbaumeister, Kopenhagen.

Deutschland: *W. Germelmann,* Geheimer Oberbaurat, Berlin.

Frankreich: *H. R. Feret,* Directeur du Laboratoire des Ponts et Chaussées, Boulogne-sur-M.

Großbritannien: *Erwin O. Sachs,* F. R. S., London.

Holland: *M. Haaymakers,* Kapitän du Génie, Haag.

Italien: *Claudio Segré,* Ing. Directeur auprès des Chemins de Fer de l'Etat, Rome.

Norwegen: *J. H. L. Vogt,* Professor, Christiania.

Österreich: Dr. *Franz Berger,* Sektionschef, Wien.

Rußland: *W. Czarnomsky,* Ingenieur, St. Petersburg.

Schweden: *Axel Lindahl,* Oberstleutnant, Stockholm.

Schweiz: *A. Haas,* Direktor, Präsident des schweizerischen Zementfabrikanten-Vereines, Dittingen.

Ungarn: *Désider v. Nagy,* Hofrat, Professor Budapest.

Vereinigte Staaten von Nordamerika: *R. L. Humphrey,* Consulting Eng., Philadelphia.

Sektion C (Diverses).

Belgien: *E. Camermann,* Chef des Services des Essais des Chemins de fer de l'Etat Belge, Bruxelles.

Dänemark: *N. G. Steenberg,* Präsident des dänischen Ingenieur-Vereines, Prof., Kopenhagen

Digitized by Google

Deutschland: *Veith,* Wirkl. Geheimer Oberbaurat, Berlin.
Frankreich: *F. Cellerier,* Directeur du Laboratoire d'Essais du Conservatoire national des arts et métiers, Paris.
Großbritannien: *J. F. Milton,* Delegate of Lloyd's Register of British & Foreign Shipping, London.
Holland: *A. J. M. Stoffels,* Direktor der Baupolizei, s'Gravenhage.
Norwegen: *E. Simonsen,* Chemiker, Christiania.
Österreich: *Heinrich Zweig,* k. k. Oberster Schiffsbauingenieur, Wien.
Rußland: *A. Kroupsky,* Prof., St. Petersburg.
Schweiz: *Keller,* Oberingenieur der schweizerischen Bundesbahnen, Bern.
Ungarn: *A. Grittner,* Inspektor der kgl. ungar. Staatseisenbahnen, Budapest.
Vereinigte Staaten von Nordamerika: *W. K. Hatt,* Prof., Purdue University, Lafayette.

Ehrenschriftführer der Sektionen.

Sektion A (Metalle).

Belgien: *A. Galopin,* Sous-Directeur de la Fabrique Nationale d'Armes de Guerre, Liège.
Deutschland: Prof. Dr. *E. Meyer,* Techn. Hochschule, Charlottenburg.
Großbritannien: *Walter Rosenhain,* National Phys. Laboratory, Teddington.
Holland: *P. Maas Geestaranus,* Oberingenieur der Holländischen Eisenbahngesellschaft, Amsterdam.
Italien: *F. Giolitti,* Dr., Prof. de l'Université de Turin.
Norwegen: *Chr. Storm,* Sektionsingenieur, Trondhjem.
Rußland: Exz. *Klemm,* Staatsrat, St. Petersburg.
Schweiz: Prof. Dr. *P. Weiß,* Eidg. Polytechnikum, Zürich.
Ungarn: Dr. *W. Misángyi,* Ingenieur, Budapest.

Sektion B (Zemente).

Belgien: *Em. Hiertz,* Chef de Service des Hauts-Fourneaux Cockerill, Seraing.
Deutschland: *Max Möller,* Prof., Techn. Hochschule, Braunschweig.

Digitized by Google

Holland: *J. A. v. d. Kloes,* Professor der techn. Hochschule in Delft.
Italien: *G. Revere,* Ing., Professeur, Milano.
Norwegen: *J. G. Lund,* Oberlehrer, Trondhjem.
Rußland: Prof. *P. Welikhoff,* Ingenieur, Moskau.
Schweiz: *R. Frey,* Direktor der Zement- und Kalkfabriken, Luterbach.
Ungarn: Dr. *B. v. Brzesztovsky,* Dozent der techn. Hochschule, Budapest.

Sektion C (Diverses).

Belgien: *H. de Gorski,* Ingénieur, Sécrétaire particulier du Directeur Général de la Société Cockerill, Seraing.
Deutschland: Dr. *Hinrichsen,* Prof., Groß-Lichterfelde.
Norwegen: Dr. *Joh. Gram,* Chemiker der Norwegischen Staatsbahnen, Christiania.
Rußland: *A. Bormann,* Ingenieur, St. Petersburg.
Ungarn: *Franz Just,* Oberingenieur der ungar. Staatsbahnen, Győr.

Als Kassarevisoren werden vorgeschlagen:

H. A. Granfelt, Direktor, Helsingfors.
H. L. Bienfait, Ingenieur, Amsterdam.
H. S. A. Lund, Ingenieur, Christiania.

Folgende Vorstandsmitglieder sollen gebeten werden, die Sektionsitzungen zu eröffnen:

Die Sektion A: H. Dr. A. Martens, Geheimrat u. Prof., Gr.-Lichterfelde.
„ „ B: H. F. Schüle, Professor, Zürich.
„ „ C: H. A. Mesnager, Prof., Paris.

Als geschäftsführende Präsidenten sollen funktionieren:

Sektion A: H. O. F. A. Busse, Maschinendirektor der dänischen Staatsbahnen, Kopenhagen.
Sektion B: H. T. Grut, Kapitän der Genie, Kopenhagen.
Sektion C: H. B. Münter, Kommandeur, Marinekapitän a. D.

Kongreßberichte.

Der Generalsekretär teilt mit, daß der Umfang der für den Kongreß eingelangten Berichte die in der XVIII. Sitzung vorgesehene Zahl wesentlich überschritten hat; daß ferner trotz einiger sehr fühlbarer

Digitized by Google

Verspätungen, alles rechtzeitig gedruckt und an die Mitglieder verschickt werden konnte, mit Ausnahme eines Berichtes von H. Tagueff in St. Petersburg, der so spät einlangte, daß er nicht mehr gedruckt und daher dem Kongresse nicht mehr vorgelegt werden konnte.

Exz. Belelubsky meldet noch einen Beitrag zum Berichte der Eisenbetonkommission an.

Wahl des nächsten Kongreßortes.

Exz. Prof. Belelubsky gibt bekannt, er sei vom Wegebauministerium ermächtigt, mitzuteilen, daß Rußland um das Recht ersucht, den VII. Kongreß im Jahre 1913 oder später nach St. Petersburg einzuberufen.

H. Ch. B. Dudley teilt mit, daß der amerikanische Verband, welcher heute 1160 Mitglieder zählt, durch den Redner den internationalen Verband einladet, den VI. Kongreß im Jahre 1912 in den Vereinigten Staaten von Nordamerika abzuhalten; der Ort und der Zeitpunkt sollen später bestimmt werden. Da im Jahre 1912 dort auch der Kongreß für angewandte Chemie stattfindet und das Iron and Steel Institute sein Meeting abhält, so könnte man durch Zusammenlegung dieser drei Kongresse den Besuch gegenseitig erleichtern.

Der Präsident dankt bestens sowohl für die Einladung für den VI. als für jene für den VII. Kongreß.

Nachdem noch über eine Anfrage des H. Geheimrat Martens H. Dudley mitteilt, daß die drei Kongresse hintereinander und nicht gleichzeitig, und zwar möglichst Ende August oder anfangs September in Washington oder New-York stattfinden sollen, wird die weitere Behandlung dieser Frage auf die morgige Sitzung verlegt.

Debatte über Vermehrung der Verbandseinnahmen.

H. Präsident Foss weist auf die erfolgreiche Ausgabe der „Mitteilungen“ hin und beantragt eine Erhöhung des Mitgliedsbeitrages, um den bisher unter so günstigen Umständen eingeschlagenen Weg der Herausgabe und unentgeltlichen Verteilung der „Mitteilungen“ fortsetzen zu können.

H. Dr. Berger beantragt einen Appell an die Vorstandsmitglieder, um größere Subventionen von den Vereinen und Regierungen zu erhalten.

Digitized by Google

H. Prof. Schüle hält die Erhöhung des Mitgliedsbeitrages, die auch viele unangenehm berühren werde, für nicht genug wirksam. Er unterstützt den Antrag Berger, derselbe soll aber durch einen Beschluß des Kongresses Nachdruck bekommen.

H. Dr. Dudley weist auf das Beispiel Amerikas hin, wo sich der Verband mit seinen großen Ausgaben durch eine starke Erhöhung der Mitgliedsbeiträge auf eigene Füße gestellt hat und sich von dem Einfluß von subventionierenden Vereinen unabhängig gemacht hat.

H. Dr. Berger glaubt eine solche Abhängigkeit von den Vereinen nicht befürchten zu müssen.

Exz. Belelubsky beantragt eine Teilung in offizielle und nicht offizielle Schriften und einen Zuschlag für die Versendung ohne Erhöhung des Mitgliedsbeitrages.

H Foss ist für die Erhöhung auf 10 Frcs.

HH. Martens und Bienfait unterstützen dies.

H. Mesnager ist für eine ergänzende Aufzahlung für die Kongreßschriften. Er findet es nicht angezeigt, den Kongreßmitgliedern und den Nichtkongressisten die gleichen Schriften zuzuschicken.

Herr Dudley befürwortet, daß den Mitgliedern von Zeit zu Zeit Mitteilungen zukommen sollen, um ihr Interesse für den Verband aufrechtzuhalten.

Herr Professor Rejtő ist für eine Erhöhung des Mitgliedsbeitrages auf 10 Frcs. und soll sich der Vorstand das Recht vorbehalten, für die Kongreß-Mitteilungen eine weitere Erhöhung vorzunehmen.

Die Diskussion wird abgebrochen und die Beschlußfassung auf den nächsten Tag verlegt.

Der Generalsekretär bringt ein Schreiben des Herrn von Banovits zur Kenntnis, in welchem dieser sein Bedauern mitteilt, daß er seine Vorstandstelle wegen Krankheit niederlegen muß und daß die Wahl einstimmig auf Herrn Professor Rejtő gefallen ist.

Herr Dillner teilt in einem Schreiben mit, daß er wegen dringender Berufsgeschäfte verhindert ist, seine Vorstandstelle zu behalten, und Herr von Roos an seine Stelle einstimmig gewählt wurde. Der Rücktritt beider Herren wird mit Bedauern zur Kenntnis genommen.

Digitized by Google

Endlich wurden die Herren Ing. Bienfait, Direktor A. Granfelt und Sectionsing. A. S. Lund gebeten, die Revision der Bücher vorzunehmen.

(Schluß der Sitzung 4 Uhr.)

Zweiter Sitzungstag, Montag, den 6. September, 11 Uhr vorm.

Herr Präsident Foss eröffnet die Sitzung. Anwesende wie zuvor.

Der Präsident teilt mit, daß Herr Dr. Michaelis sein Fernbleiben vom Kongreß mitgeteilt hat.

Herr Bienfait berichtet im Namen der Kasserevisoren, daß dieselben die Bücher für die Jahre 1906, 1907 und 1908 und für das laufende Jahr geprüft und die Kasse mit einem Stande von 3952 K 30 h, welche bei der Depositenbank in Wien erliegen, richtig befunden haben. Er spricht für die gute Führung der Bücher die Anerkennung der Revisoren aus. (Zur Kenntnis genommen.)

Fortsetzung der Debatte über die

Erhöhung der Mitgliedsbeiträge.

Der Generalsekretär verliest die folgenden, am Vortage gestellten Anträge:

„1 Mit Rücksicht darauf, daß dem Verbande durch die Heraus„gabe und unentgeltliche Verteilung der Mitteilungen erhöhte Kosten „erwachsen, durch diesen Vorgang jedoch die Sache der Material„prüfung eine wesentliche Förderung erhält, beschließt der Vorstand, „den Jahresbeitrag am 1. Jänner 1910 von 7 Frcs. 50 auf 10 Frcs. „zu erhöhen.

„2. Der Vorstand behält sich vor, im Kongreßjahre noch weitere „Maßnahmen in dieser Richtung zu treffen."

Herr Professor Benetti stellt folgenden Antrag, um die Finanzlage des Verbandes zu verbessern:

I. Teilung der Mitglieder in 3 Kategorien:

a) Einzelmitglieder mit einem Jahresbeitrage von Mk. 5.—,
b) Technische Vereine (mit Ausschluß der industriellen und Handelsgesellschaften) mit einem Jahresbeitrage von Mk. 20.— und einem offiziellen Delegierten mit Stimmrecht.
c) Industrielle und Handelsgesellschaften mit einem Beitrage von Mk. 50.— und einem einzigen Delegierten und Stimmrecht.

Digitized by Google

II. Es sollen nur von den Autoren selbst verfaßte Auszüge von Berichten und anderen Mitteilungen übersetzt werden. Die Veröffentlichungen sollen in der Originalsprache verteilt werden, die Auszüge je nach sprachlichem Bedürfnis.

III. Einschränkung der Gehalte und anderer Auslagen des Zentralbureaus.

Anmerkung. Die Einzelmitglieder haben auf je ein Exemplar der Veröffentlichungen Anrecht, die Vereine (nicht industriellen) auf 3 Exemplare, die industriellen Vereine auf 5 Exemplare.

Der Antragsteller begründet seinen Antrag in einer längeren Rede unter besonderem Hinweis darauf, daß eben die Vereinigungen, besonders die industriellen die Vorteile der Verbandsarbeiten am meisten genießen und ungleich zahlungsfähiger sind, als die Einzelmitglieder.

Herr Geheimrat Martens glaubt, daß dieser Vorschlag eine Statutänderung notwendig macht und hält den Antrag schon wegen der großen Schwierigkeiten bei der Abstimmung für nicht durchführbar.

Herr Dr. Berger glaubt, daß die Organisation, die sich der Verband nach langem Suchen gegeben hat, nicht nur die einfachste ist, sondern sich auch sehr gut bewährt hat. Er hält den neuen Vorschlag für einen Ruin des Verbandes.

Nach längerer Debatte wird der Antrag auf Erhöhung des Mitgliedsbeitrages und zwar der Absatz 1 mit allen Stimmen gegen die des Herrn Benetti angenommen. Der 2. Absatz wird fallengelassen.

Bezüglich des Bennettischen Antrages wird beschlossen, denselben einer künftigen Vorstandsitzung zur weiteren Erwägung vorzulegen.

Verhandlungen über die Wahl des nächsten Kongreßortes und des Präsidenten.

Herr Geheimrat Martens spricht dafür, die Einladung nach Amerika anzunehmen und schlägt Herrn **Dudley** zum Präsidenten vor.

Herr Dudley dankt für die Ehre, er empfiehlt Herrn Martens als Präsidenten; da aber, wie ihm bedeutet wird, der Präsident aus dem Kongreßlande zu wählen ist, so weist er auf Herrn

Digitized by Google

Professor Howe als den würdigsten hin, erklärt sich aber bereit, über Wunsch die Ehrenstelle anzunehmen.

Herr Professor Benetti fürchtet um den Erfolg des Kongresses, da die Grundsätze der amerikanischen Materialprüfungen andere sind als in Europa und die Amerikaner auf diesem Gebiete gerne ihre eigenen Wege gehen.

Der Präsident sieht in diesem Umstand nur noch mehr Grund, den Kongreß in Amerika abzuhalten.

Herr Dudley versichert, daß man in Amerika an der internationalen Vereinheitlichung der Methoden sehr interessiert ist, und wenn man in Amerika bisher eigene Wege gegangen ist, so hat dies seinen Grund einerseits in der großen Entfernung von Europa und andererseits darin, daß man in diesem Vorgehen das beste Mittel fand, um das Materialprüfungswesen in Amerika selbst zu entwickeln.

Herr Dr. Berger weist nochmals darauf hin, daß es notwendig ist, den Kongreß anfangs September abzuhalten.

Herr Dudley hofft, daß es zu einer diesbezüglichen Vereinbarung mit dem Iron and Steel Institute kommen wird, so daß der Kongreß im Herbst abgehalten werden kann. Mit den Chemikern wäre noch nichts vereinbart worden.

Es wird beschlossen, dem Kongresse vorzuschlagen, den VI. Kongreß über Einladung des amerikanischen Verbandes im Jahre 1912 in Amerika abzuhalten und Herrn Charl. B. Dudley zum Präsidenten des Verbandes zu wählen.

Bezüglich der russischen Einladung wird beschlossen, dem Kongresse folgenden Antrag zu unterbreiten:

„Der Kongress hat die vom Herrn Belelubsky übermittelte Einladung der russischen Regierung mit großem Dank und mit Sympathie aufgenommen und wird diese Einladung gerne annehmen."

Endlich beschließt der Vorstand, Herr Schüle möge Herrn Professor Dr. G. Lunge, Zürich, anläßlich seiner 70. Geburtstagsfeier die Glückwünsche des Vorstandes offiziell übermitteln.

Schluß der Sitzung um 12 Uhr 30 Min.

Digitized by Google

3. Sitzungstag, Samstag, den 11. September 1909.

Ort der Sitzung und Anwesende wie zuvor.

Beginn der Sitzung: 9 Uhr Vorm.

Der Präsident verliest folgende dem Kongreß zur Genehmigung vorzulegende Beschlüsse:

Mit Rücksicht auf die große Bedeutung für die öffentliche Sicherheit, welche den Arbeiten des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik innewohnt, und mit Rücksicht auf die Notwendigkeit, diese Arbeiten in immer weiteren Kreisen bekannt zu machen und die finanzielle Grundlage für diese Tätigkeit sicher zu stellen, beschließt der Kongreß, den Vorstand zu beauftragen, die Aufmerksamkeit der Regierungen und öffentlichen Körperschaften, ferner wissenschaftlicher und industrieller Unternehmungen auf die Tätigkeit des Internationalen Verbandes in erhöhterem Maße, als dies bisher der Fall war, hinzulenken und sie zu veranlassen, ihr Interesse für die Verbandsarbeiten durch eine wirksame finanzielle Unterstützung zu bekunden.

(Angenommen.)

Der Kongreß beschließt, den VI. Kongreß über Einladung des amerikanischen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik im Herbste 1912 in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika abzuhalten und Herrn Dr. Charles B. Dudley zum Präsidenten des Verbandes zu wählen. (Angenommen.)

Der Kongreß hat die von Sr. Exzellenz Herrn Professor Dr. Ing. N. Belelubsky übermittelte Einladung der russischen Regierung, den VII. Kongreß in St. Petersburg abzuhalten, mit großem Danke und mit Sympathie angenommen.

(Angenommen.)

Der Präsident verliest den vom Vorstand gefaßten Beschluß bezüglich der Erhöhung der Mitgliedsbeiträge von 7·50 Frcs auf 10 Frcs und teilt mit, daß er ihn der Vollversammlung bekanntgeben wird. (Zustimmung.)

Digitized by Google

Er schlägt vor, folgende Statutenänderung dem Kongreß vorzulegen:

Mit Rücksicht darauf, daß die „Baumaterialienkunde“ nicht mehr erscheint und der Vorstand die „Mitteilungen“ herausgibt, ist in § 6 der Statuten die Stelle „gegen Zahlung des vereinbarten Preises“ samt Fußnote zu streichen. (Angenommen.)

Es folgt die Verlesung der Beschlüsse der Sektionen A, B und C, die dem Kongreß zur Genehmigung zu unterbreiten sind.

Metalle.

Metallographie.

Anschließend an die Mitteilung des H. Rosenhain, der die Wichtigkeit der Frage der Schlackeneinschlüsse in den metallurgischen Produkten behandelt, wünscht der Kongreß die Ernennung einer Kommission für das Studium der Verfahren zur Bestimmung der Einschlüsse, ihres Einflusses auf die mechanischen Eigenschaften der metallurgischen Produkte und für das Studium der Frage in ihrem ganzen Umfange.

Härteprüfung.

Der Kongreß ersucht den Vorstand, dafür Sorge zu tragen, daß dem nächsten Kongreß im Zusammenhang mit der Frage der Härteprüfung durch Kugel- und Kegeldruckproben auch über die Aufsuchung einheitlicher Proben für die Widerstandsfähigkeit der Metalle gegen mechanische Abnutzung Bericht erstattet, eventuell eine Kommission mit dem Studium der Frage betraut werde.

Schlagproben.

A. Um die Ergebnisse der Schlagbiegeproben mit eingekerbten Stäben leichter vergleichbar zu machen, empfiehlt der Kongreß die Anwendung folgender Vorschriften dort, wo sich nicht besondere Umstände entgegenstellen.

1. Die Schlagbiegeprobe mit eingekerbten Stäben gestattet die Bestimmung der spezifischen Brucharbeit oder Resilience, bezogen auf den Quadratzentimeter des Kerbquerschnitts.

2. a) Die in Stücke von genügenden Dimensionen geschnittenen Stäbe haben $30 \times 30 \times 160$ mm, sie sind auf 15 mm eingeschnitten, die Kerbe ist zylindrisch mit 2 mm Radius.

Digitized by Google

b) Für gewalztes Eisen wie Bleche haben die Stäbe die Dicke des Blechs, dessen Flächen erhalten sind, und eine Breite von 30 mm. Sie sind auf 15 mm eingeschnitten, der Einschnitt, senkrecht auf die Walzflächen, ist am Boden zylindrisch mit 2 mm Radius.

c) Für Stücke, die nicht die Verwendung von Stäben von 30×30 gestatten, haben die Probestäbe 10×10 mm. Sie sind auf 5 mm eingeschnitten. Der Boden des Einschnitts ist zylindrisch mit $^2/_3$ mm Radius.

d) Die Dimensionen des verwendeten Probestabes müssen immer angeführt werden.

3. Die Stäbe werden auf Biegung erprobt, indem auf ihre Mitte, auf der dem Einschnitt entgegengesetzten Seite, der Schlag des Bären mit einem Hammer ausgeübt wird, der in eine Schneide mit einer Abrundung von 2 mm endigt. Die Stäbe ruhen auf Schneiden, die für die Typen a) und b) 120 mm, für die Type c) 40 mm entfernt sind.

4. Der Bruch der Probestabes muß auf einen Schlag erfolgen u. zw. mittelst einer Vorrichtung, die die Messung der Brucharbeit gestattet.

5. Die Temperatur soll, wenn möglich, zwischen 15 und 25° C. betragen und muß immer mit den Versuchsergebnissen angegeben werden.

B. Der Kongreß empfiehlt die Ernennung einer Kommission behufs Sammlung von Versuchsergebnissen, welche gestatten würden, eine Beziehung herzustellen zwischen den durch die Versuche erhobenen Eigenschaften der Versuchsstücke und ihrem Verhalten im Gebrauch. Die Kommission hätte auch den Vergleich der verschiedenen Vorrichtungen zu studieren.

Dauerversuche.

Der Kongreß nimmt die vorgelegten Berichte dankend zur Kenntnis.

Gußeisenprüfung.

Der Kongreß empfiehlt, die der Kommission 25 zugewiesene Aufgabe (Aufstellung einheitlicher Prüfungsmethoden für Gußeisen und Gußwaren) der Kommission I zuzuweisen.

Digitized by Google

Einfluß erhöhter Temperatur auf die mechan. Eigenschaften der Metalle.

Der Kongreß nimmt die Arbeit des Herrn Prof. Rudeloff unter Ausdruck seines Dankes für den vorzüglichen Bericht zur Kenntnis.

Elektrische und magnetische Eigenschaften für die Metallprüfung.

Der Kongreß empfiehlt die Ernennung einer Kommission für das Studium der Verwendung der elektrischen und magnetischen Eigenschaften der Metalle zu deren Prüfung

Einheitliche Lieferungsbedingungen für Eisen und Stahl.

Der V. Kongreß begrüßt die Arbeiten des Unterausschusses Ia mit Freuden; er erkennt die in der Drucksache $VIII_1$ niedergelegten Grundsätze im allgemeinen an und beschließt, die Kommission I (Sub-Kommission Ia) möge ihre dankenswerten Arbeiten im Einvernehmen mit den Landesverbänden fortsetzen und tunlichst dem VI. Kongreß bestimmte Vorschläge über die Grundlagen internationaler Lieferungsverträge vorlegen.

Roheisen.

Um die Eigenschaften des Roheisens genauer zu präzisieren, als dies gegenwärtig durch die Klassifizierung mittels des Bruchaussehens möglich ist, empfiehlt der Kongreß, daß die Kommission I (Unterausschuß Ia) beauftragt werde, in den verschiedenen bezüglichen Ländern zu erheben, inwieweit die analytische Methode statt der bestehenden nach Bruchaussehen eingeführt werden kann und daß die Kommission ermächtigt werde, Schritte zu unternehmen, die geeignet sind, eine Lösung dieser Frage herbeizuführen.

Nomenklatur von Eisen und Stahl.

Der Kongreß nimmt den Bericht der Kommission 24 über Nomenklatur von Eisen und Stahl mit dem Ausdruck wärmsten Dankes zur Kenntnis. Er empfiehlt, daß die Kommission weiter bestehen bleibe und daß sie bis zum nächsten Kongreß eine Revision der Vorschläge auf einheitliche Nomenklatur vornehme, in welcher die weiteren Fortschritte hüttentechnischer Natur, ferner Anregungen

Digitized by Google

von nationalen Verbänden Berücksichtigung finden. Der Kongreß stimmt der von Herrn Le Chatelier vorgelegten Liste von Definitionen über die Gefügebestandteile zu.

Lieferungsvorschriften für Kupfer.

Der Kongreß spricht für die Arbeit der Kommission 38 seinen Dank aus und stimmt dem Antrag der Kommission zu, daß ihre Aufgabe auch über die Lieferungsbedingungen aller Kupferlegierungen ausgedehnt werde.

Normen für schmiedeiserne Röhren.

Der Kongreß nimmt mit Dank die wertvolle Arbeit des Herrn Karsten über Normen für schmiedeiserne Röhren zur Kenntnis und überweist sie der Kommission I zur Überprüfung und Vorlage eines Berichtes bis zum nächsten Kongreß. Dabei wäre die Frage des Gewindes auszuschalten.

Zement, Beton, Steine.

Eisenbeton.

Der Kongreß dankt der Kommission 41 für die schon ausgeführte Arbeit und fordert sie auf, auf dem von Prof. Schüle angegebenen Weg weiter zu arbeiten; der Kongreß drückt gleichzeitig den Wunsch aus, daß die Kommission von den zuständigen Behörden und Körperschaften finanziell unterstützt werde.

Plastische Mörtel.

Der Kongreß dankt der Kommission 42 für die gegebenen Mitteilungen und fordert sie auf, auf dem eingeschlagenen Weg weiter zu arbeiten, unter Berücksichtigung der Resultate der ungarischen Kommission, welcher der Kongreß seinen wärmsten Dank ausdrückt. Der Kongreß hofft, daß die Kommission bis zum nächsten Kongreß eine definitive Methode für die Anwendung plastischer Mörtel im Prüfungswesen vorlegen kann.

Volumenbeständigkeit.

Der Kongreß beschließt, das Le Chateliersche Verfahren als normale beschleunigte Volumenbeständigkeitsprobe für Zemente zu empfehlen.

(In der Sektion angenommen unter Protest Deutscher Zementfabrikanten.)

Digitized by Google

Beschleunigte Festigkeitsproben.

Die zahlreichen angeführten Versuchsergebnisse der Warmwasserprobe sind so widerspruchsvoll, daß sie zu unverlässig erscheint, um für Schnellproben zur Konstatierung der Festigkeit der hydraulischen Bindemittel dienen zu können.

Der Kongreß erkennt daher derzeit den Antrag für gerechtfertigt, die Frage nach der Benützbarkeit der Warmwasserprobe zur beschleunigten Festigkeitsprüfung von hydraulischen Bindemitteln nicht weiter zu verfolgen.

Dagegen haben die Versuche des Herrn Deval aufs neue ergeben, wie wertvoll diese Probe werden kann, um über die Neigung der Zemente zu Blähungen und Blasenbildungen aufzuklären.

Feinstes Mehl im Portlandzement.

Der Kongreß ersucht die Kommission 30 auf dem eingeschlagenen Weg weiterzuarbeiten und dem nächsten Kongreß die Resultate ihrer Arbeit vorzulegen.

Verfahren zur Prüfung der Zemente.

Der Kongreß gibt § 3, c des am Brüsseler Kongreß empfohlenen Verfahrens für Prüfung von Zement folgende neue Fassung:

Mit dem angemachten Brei füllt man sogleich einen auf einer Glasplatte angebrachten konischen Metallring, dessen unterer Durchmesser 7·5 cm, dessen oberer 8·5 cm und dessen Tiefe 4 cm beträgt. Man streicht dann den oberen Teil mit dem Messer ab, wobei jede Einsenkung und Rüttelung zu vermeiden ist.

Gips.

Der Kongreß beschließt, die Frage der Gipsprüfung auf den nächsten Kongreß zu vertagen.

Puzzolane.

Der Kongreß beschließt, die Frage der Prüfung der Puzzolane auf den nächsten Kongreß zu vertagen.

Normalsand.

Der Kongreß wünscht, daß eine Kommission untersuche, ob es möglich ist, einen internationalen Normalsand anzugeben und,

(Kommission 42 ist bereits mit dieser Aufgabe betraut.)

Digitized by Google

wenn das nicht der Fall ist, Aufschlüsse über den vergleichbaren Wert der verschiedenen Sorten Normalsand von verschiedenen Ländern zu sammeln.

Zement in Meerwasser.

Der Kongreß empfiehlt die Einsetzung einer kleinen Kommission. Diese habe:

a) bis zum Dezember 1910 irgend welche noch nötige Auskünfte und Ergänzungen zu erhalten bezüglich der vorliegenden Berichte,

b) diese Berichte und Ergänzungen zusammenzufassen und die Resultate im Auszug dem nächsten Kongreß vorzulegen,

c) Aufschlüsse zu sammeln über das Einwirken von Seewasser auf Portlandzement-Bauten, die vor mehr als 25 Jahren gebaut worden sind,

d) verschiedene Proben zu machen in der Art, wie Herr Leduc sie vorgelegt hat.

Wetterbeständigkeit der Steine.

Es werde eine Kommission eingesetzt zur Untersuchung des Einflusses der Mörtelzusammensetzung und der Qualität der Bausteine auf die Wetterbeständigkeit des Mauerwerks.

Diverses.

Holz.

Der Kongreß empfiehlt die Ernennung einer Kommission für Holzuntersuchungen, welche sich mit den einzelnen Landesverbänden in Verbindung zu setzen hat. Diese Kommission hat sich speziell mit der Frage zu beschäftigen, inwieweit es empfehlenswert wäre, die Holzuntersuchungen nicht allein an kleinen ausgewählten Holzproben, sondern auch an größeren Stücken mit Fehlern und Strukturvariationen auszuführen.

Rostschutzmittel.

Da die Berichte über Rostschutzmittel keine Forschungen über den Wert von Zink- und Zinnüberzug als Rostschutz für Eisen enthalten, ersucht der Kongreß den Vorstand, sich mit dieser wichtigen Frage zu beschäftigen.

Digitized by Google

Der Kongreß betrachtet es als sehr wünschenswert, daß der Frage über den Schutz des Bodens der eisernen Schiffe besondere Aufmerksamkeit gewidmet wird, und gibt dem Vorstand den Auftrag, diese Frage untersuchen zu lassen.

Dr. Berger beantragt, Herrn Foss, der nunmehr sein Amt des Präsidenten niederlegen wird, die höchste Auszeichnung zu verleihen, die der Verband zu verleihen hat, ihn nämlich zum bleibenden Vorstandsmitglied zu ernennen. Angesichts der großen Verdienste, die sich Herr Foss um den großen Erfolg des Kongresses erworben hat, hält es der Redner für überflüssig, diesen Antrag weiter zu begründen. (Stürmischer Beifall.)

Herr Foss dankt für diese so hohe und unerwartete Auszeichnung und verspricht, die Interessen des Verbandes immer aufs wärmste fördern zu wollen.

Herr Dr. Dudley ersucht H. Geheimrat Martens, als I. Vize-Präsidenten die nächste Vorstandssitzung an seiner Stelle einzuberufen und zu leiten, da es ihm unmöglich ist, so bald wieder nach Europa zu kommen.

H. Prof. Martens erklärt sich hiezu gerne bereit und teilt mit, daß er die nächste Vorstandssitzung anfangs Februar einberufen werde. (Zustimmung.)

Hierauf wird die Sitzung um 10 Uhr geschlossen.

Ernst Reitler
Schriftführer.

Alex. Foss
Präsident.

Digitized by Google

Im Falle des Ablebens oder der Demission des Präsidenten beauftragt der Vorstand ein Vorstandsmitglied mit der Fortführung der Präsidialgeschäfte bis zum nächsten Kongreß.

Die Amtsdauer des Vorstandes währt von einem Kongreß zum anderen.

§ 9.

Die Verbandsgeschäfte besorgt ein besoldeter Generalsekretär nach den Anordnungen des Präsidenten.

Die einzelnen Vorstandsmitglieder führen die Verbandsgeschäfte in den Ländern, denen sie angehören.

§ 10.

Die Beschlüsse der Kongresse über technische Fragen sollen dazu dienen, die Anschauung der Mehrheit zum Ausdruck zu bringen, sie sollen daher in der Form von Empfehlungen gegeben werden und haben keinen verbindlichen Charakter.

§ 11.

Die Kongreßbeschlüsse haben nur Gültigkeit, wenn sie mit mindestens $^3/_4$ der abgegebenen Stimmen gefaßt werden.

Jedes anwesende Mitglied des Verbandes sowie die Vertreter von Fachvereinen und Behörden haben eine Stimme.

Die Rechte und Pflichten eines Verbandsmitgliedes erleiden keinen Abbruch, wenn dasselbe auch gleichzeitig Mitglied eines dem Internationalen Verbande angehörigen nationalen oder anderen Verbandes ist.

§ 12.

Die technischen Aufgaben des Verbandes werden vom Kongreß oder vom Vorstande festgesetzt.

Sie werden zur Bearbeitung Kommissionen oder Berichterstattern überwiesen, welche vom Vorstande bestellt werden.

§ 13.

Der Vorstand gibt sich seine Geschäftsordnung nach Maßgabe der Statuten und des Bedürfnisses selbst.

§ 14.

Wenn der Verband sich auflöst, so fällt das etwa vorhandene Vermögen dem Internationalen Verein vom Roten Kreuze zu.

Digitized by Google

Über die Ergebnisse der Sektionsverhandlungen muß am Schluß des Kongresses in einer Vollversammlung berichtet werden, welche die Beschlüsse nach den Anträgen der Sektionen faßt.

Die Kommissionsberichte, Vorstandsanträge und Vorlagen für die Kongresse sind in deutscher, französischer und englischer Sprache zu drucken und tunlichst schon 14 Tage vor dem Kongreß allen gemeldeten Teilnehmern (nach ihrer Wahl in einer der drei Sprachen) zu übersenden.

Die Kongreßbeschlüsse müssen in allen drei Sprachen abgefaßt und sämtlichen Mitgliedern zugesendet werden.

§ 8.

Die Angelegenheiten des Verbandes besorgt der Vorstand.

Dieser besteht aus dem Präsidenten und aus den Vorstandsmitgliedern.

Jedes im Verbande durch *mindestens 20 Mitglieder* vertretene Land kann ein Mitglied in den Vorstand wählen.

Für jedes Land mit einer geringeren Mitgliederzahl kann der Vorstand einen Vertrauensmann berufen, der den Vorstandsberatungen mit beratender Stimme beigezogen wird.

Der Präsident wird vom Kongreß, die Vorstandsmitglieder dagegen werden durch die Mitglieder der betreffenden Länder gewählt.

Solange diese Wahl nicht erfolgt, bleibt das bisherige Vorstandsmitglied im Amt.

Die Vorschläge für die Neuwahl der Vorstandsmitglieder hat der Präsident vor jedem Kongreß einzuleiten.

Die Wahl der Vizepräsidenten erfolgt durch den Vorstand aus seiner Mitte.

Der Vorstand hat das Recht, Mitglieder, die den Verband geleitet haben, zu bleibenden Mitgliedern des Vorstandes zu ernennen.

Der Vorstand ist beschlußfähig, wenn derselbe ordnungsmäßig nach der Bestimmung der Geschäftsordnung einberufen wurde und sich unter den Erschienenen der Präsident oder in dessen Verhinderung ein Vizepräsident befindet.

Wiederwahl ist zulässig.

Wenn während der Amtsdauer ein Vorstandsmitglied ausscheidet, so ist für den Rest der Amtsdauer des Ausgeschiedenen ein Ersatzmann zu wählen und ist diese Zuwahl vom Präsidenten ohne Verzug bei den Mitgliedern des betreffenden Landes einzuleiten.

Digitized by Google

§ 5.

Jedes Mitglied hat die Pflicht, die Zwecke des Verbandes nach Möglichkeit zu fördern.

Der Jahresbeitrag der Mitglieder beträgt 16 Mark (20 Frcs.).*)

Jedem Mitglied steht es frei, an Stelle der jährlichen Beiträge durch Zahlung eines einmaligen Beitrages von 300 Mark (375 Frcs.) lebenslängliches Mitglied zu werden und von der Zahlung der jährlichen Beiträge befreit zu sein.

Der Vorstand ist ermächtigt, zur Deckung außerordentlicher, im Interesse des Verbandes zu bestreitender Auslagen eine Erhöhung des Jahresbeitrages eintreten zu lassen.

§ 6.

Jedes Mitglied hat für die Zeit, für welche es seinen Beitrag leistet, Anspruch auf den Bezug der Verbandsmitteilungen.

§ 7.

Der Verband hält in der Regel alle zwei Jahre einen Kongreß ab.

Die Verhandlungen auf den Kongressen finden in Vollversammlungen und in Sektionssitzungen statt.

Die Sektionen werden für bestimmte Materialgruppen nach Bedarf gebildet. Derzeit:

I. Sektion: Metalle.

II. Sektion: Künstliche und natürliche Bausteine und deren Bindemittel.

III. Sektion: Die übrigen Materialien der Technik.

In den Sektionen werden alle Sonderfragen behandelt.

Die Bestellung der Bureaux für die einzelnen Sektionen hat durch die Teilnehmer an den Sektionsberatungen unter Leitung eines Vorstandsmitgliedes zu geschehen.

*) Der Vorstand hat in der XXV. Sitzung zu Amsterdam beschlossen, es den Vertretern der einzelnen Länder zu überlassen, wenn sie es durch die besonderen Verhältnisse ihres Landes für unbedingt geboten erachten, den von den einzelnen Mitgliedern ihres Landes abzuführenden Mindestjahresbeitrag so festzusetzen, daß der Gesamtbeitrag des Landes mindestens 20 Frcs. für ein Mitglied beträgt.

Keinesfalls darf jedoch der Beitrag eines Mitgliedes weniger als 12·50 Frcs. (10 Mark) betragen. Für Mitglieder, die nach dem 1. April 1913 eintreten, ist der Mindest-Jahresbeitrag 20 Frcs. (16 Mark).

Die Beiträge sind an die für jedes Land zu bezeichnende Zahlstelle zu entrichten. Beiträge, die bis zum 1. Juli nicht eingingen, werden durch Vermittlung der Post eingezogen. Die Mitgliedskarte dient als Quittung.

Digitized by Google

STATUTEN DES INTERNATIONALEN VERBANDES FÜR DIE MATERIAL-PRÜFUNGEN DER TECHNIK.

BESCHLOSSEN AUF DEM BUDAPESTER KONGRESS 1901. ABGEÄNDERT AUF DEM BRÜSSELER KONGRESS 1906, AUF DEM KOPENHAGENER KONGRESS 1909 UND AUF DEM NEW YORKER KONGRESS 1912.

§ 1.

Der Verband führt den Namen „Internationaler Verband für die Materialprüfungen der Technik".

§ 2.

Der Verband bezweckt die Entwicklung und Vereinbarung einheitlicher Prüfungsverfahren zur Ermittlung der technisch wichtigen Eigenschaften der Baustoffe und anderer Materialien der Technik, sowie der Vervollkommnung der hiezu dienenden Einrichtungen.

Die Erreichung dieses Zweckes wird angestrebt:

1. durch die Kongresse und die Verhandlungen des Verbandes,
2. durch die Herausgabe einer Verbandszeitschrift,
3. durch sonstige den Zielen des Verbandes förderlich erscheinende Maßnahmen.

§ 3.

Die Mittel, welche zur Erreichung der im § 2 bezeichneten Zwecke erforderlich sind, werden gewonnen:

1. durch Jahresbeiträge der Mitglieder,
2. durch den Ertrag der Zeitschrift,
3. durch sonstige Zuwendungen.

§ 4.

Mitglied des Verbandes kann jeder werden, der durch zwei Mitglieder zur Aufnahme vorgeschlagen wird.

Behörden und Fachvereine können sich unmittelbar zum Eintritt melden.

Der Vorschlag, bezw. die Anmeldung ist schriftlich an den Präsidenten des Verbandes oder an ein Vorstandsmitglied zu richten.

Der Austritt ist schriftlich beim Präsidenten oder einem Vorstandsmitgliede anzumelden.

Digitized by Google

GESCHÄFTS-ORDNUNG

des Vorstandes des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik.

(Aufgestellt in der XVI. Vorstandssitzung zu München am 11. Februar 1907; bestätigt in der XX. Vorstandssitzung zu Frankfurt a/M. am 5. Februar 1910.)

§ 1.

Der Präsident vertritt den Vorstand nach außen und sorgt im Vereine mit den Vorstandsmitgliedern für die Durchführung der statutenmäßigen Bestimmungen.

§ 2.

Der Präsident hat alle Anträge, deren Erledigung statutengemäß dem Vorstande vorbehalten ist, diesem schriftlich oder mündlich zur Beschlußfassung zu unterbreiten und die gefaßten Beschlüsse auszuführen.

§ 3.

Um den Geschäftsgang zu vereinfachen, ist der Präsident ermächtigt, bei dringenden Angelegenheiten selbständige Entscheidungen zu treffen; bei wichtigen Anlässen hat er sich der Zustimmung der beiden Vizepräsidenten zu versichern. Für alle diese Entscheidungen hat er jedoch die nachträgliche Genehmigung des Vorstandes einzuholen.

§ 4

Keinesfalls darf aber das Präsidium (Präsident und die beiden Vizepräsidenten) vermögensrechtliche Verpflichtungen für den Verband eingehen.

Digitized by Google

§ 5.

Der Präsident ist verpflichtet, in Zeiträumen von einem Kongreß zum anderen den Vorstand mindestens einmal zu versammeln. Der Versammlungsort für die Vorstandssitzung wird von Fall zu Fall durch Vereinbarung festgesetzt.

Außerhalb der Vorstandsversammlungen können Vorstandsbeschlüsse auch auf schriftlichem Wege eingeholt werden.

§ 6.

Die Tagesordnung, der Kassabericht und Anträge für die Vorstandssitzung müssen 14 Tage vor der Sitzung in den Händen der Vorstandsmitglieder sein. Über Anträge, welche nicht in dieser Weise zur Kenntnis der Vorstandsmitglieder gelangen, kann nur dann abgestimmt werden, wenn die anwesenden Mitglieder einstimmig die Dringlichkeit des Antrages anerkennen.

§ 7.

Der Generalsekretär besorgt die Verbandsgeschäfte nach den Anordnungen des Präsidenten. Er ist berechtigt, Rundschreiben und Bekanntmachungen im Auftrage des Präsidenten zu zeichnen.

§ 8.

Die Vorstandsmitglieder und die Vertrauensmänner unterzeichnen allein ihre schriftlichen Kundgebungen innerhalb des von ihnen vertretenen Landes

§ 9.

Die Gebarungsausgaben werden nach einem jährlich vom Vorstande zu genehmigenden Haushaltungsplane geordnet.

Über die im Haushaltungsplane nicht vorgesehenen dringenden Ausgaben entscheidet der Präsident gegen nachträgliche Genehmigung.

§ 10.

Die Kassagebarung obliegt dem Generalsekretär im Rahmen des genehmigten Haushaltungsplanes und der Aufträge der Präsi-

Digitized by Google

denten (§ 9). Er hat dem Präsidenten die Schlußrechnung über das abgelaufene Kalenderjahr spätestens am 1. Februar zu übergeben, der sie zur Einholung der Entlastung dem Vorstande unterbreitet.

§ 11.

Sämtliche Eingänge an Mitgliederbeiträgen, Zuweisungen und sonstigen Einnahmen fließen in die Zentralkassa, welche die Bedürfnisse der einzelnen Kommissionen, die Ausgaben des Geschäftsbetriebes, Kosten für Drucksachen, Reiseauslagen etc. zu decken hat.

§ 12

Die Sammlung der Mitgliederbeiträge hat in den einzelnen Ländern seitens der Herren Vorstandsmitglieder und Vertrauensmänner im Laufe des ersten Halbjahres zu erfolgen und der eingehobene Betrag soll bis zum 1. Juli des Jahres an die Zentralkassa abgeführt sein. Die Mitgliederkarte dient als Quittung.

§ 13.

Die später eingelaufenen Beträge sind vor Ende jeden Jahres, spätestens aber am 15. Jänner des folgenden Jahres zu übermitteln. Gleichzeitig ist dem General-Sekretariat, unter Benützung der Musterformularien, die Abrechnung für das laufende Jahr einzusenden. Der für laufende Ausgaben allenfalls zurückbehaltene Betrag ist hiebei als Kassasaldo auszuweisen.

§ 14.

Mit der Abrechnung ist ein richtiggestelltes Mitgliederverzeichnis samt den Adressen, unter besonderer Hervorhebung der im Jahre erfolgten Veränderungen (neueingetreten, gestorben, ausgetreten) einzusenden.

§ 15.

Das Kassawesen unterliegt der Revision durch eine vom Kongreß zu wählende Kommission.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google